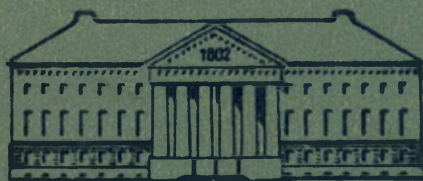


Per. A-1169-368



TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED  
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS  
ALUSTATUD 1893. a. VIHIK 368 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

**TÖID KENAKULTUURI ALALT**  
**ТРУДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ**  
**VI**



TARTU 1975

Per. A-1160-368  
TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

ALUSTATUD 1893. a.

VIHIK 368

ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

---

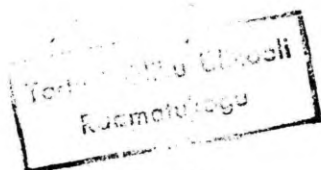
TÖID KENAKULTUURI ALALT  
ТРУДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЕ

VI

ТАРТУ 1975

Редакционная коллегия:

А. Виру (председатель), П. Кырге, А. Вайн, М. Арвисто, С. Оя, Я. Локо (ответственный редактор).



## **О НЕКОТОРЫХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ВОПРОСАХ ИЗУЧЕНИЯ ЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**А. А. Виру**

Кафедра физиологии спорта и проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности

Из года в год все больше внимания уделяется исследованию эндокринных функций и участию эндокринных желез в регуляции обмена веществ при мышечной деятельности. Однако, как вполне справедливо указывал Н. Н. Яковлев [1], большинство из этих работ страдают однообразием методического подхода.

Для того, чтобы установить уровень функциональной активности какой-либо железы, недостаточно определить лишь содержание соответствующего гормона в крови или экскрецию метаболитов гормона с мочой. Как показывает В. В. Меньшиков [2], полноценная оценка гуморального механизма требует изучения следующих звеньев: 1) управления, 2) синтеза гормона (или другого гуморального регулятора), 3) депонирования, 4) секреции, 5) транспорта, 6) метаболизма, 7) выведения и 8) эффекта. В. В. Меньшиков [2] перечисляет некоторые возможности оценок всех этих звеньев. Но, разумеется, возможности для изучения всех этих звеньев при физических нагрузках не всегда доступны, в частности в наблюдениях над людьми. Тем не менее было бы ошибкой игнорировать при оценке результатов исследования, отсутствие информации о целом ряде перечисленных звеньев. Например, трактовка об изменении содержания гормона в крови при физических нагрузках является недостаточной, если в качестве единственной причины их рассматривается только изменение секреции гормона. Здесь всегда необходимо учитывать альтернативные возможности: изменение периферического метаболизма гормона (утилизация его тканями), усиление и ослабление связывания его с тканевыми элементами, включая белки плазмы крови, изменение клиренса гормона и т. п. Известно, что при физических нагрузках усиливается утилизация кортикостероидов [3—6]. Во время работы установлена также усиленная деградация тиро-



ксина [7, 8]. Мышечные сокращения способствуют усилению катаболизма катехоламинов [9]. J. G. Fazekas и A. T. Fazekas [10] показали, что при стрессе, в частности в случаях адренокортикальной недостаточности, усиливается поступление кортикоидов в кровь, кроме надпочечников, из других тканей.

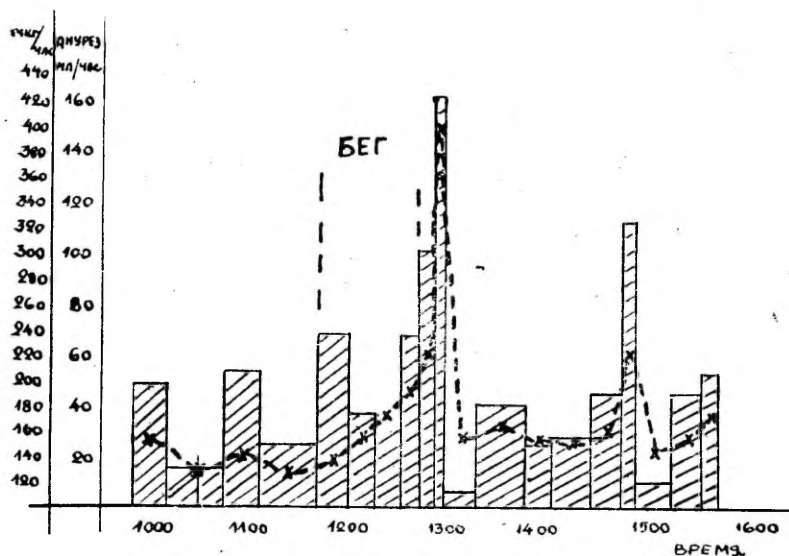
Еще более сложной является оценка изменений экскреции гормонов. Экскреция гормонов зависит в значительной мере от содержания их в крови. Таким образом, здесь приходится учитывать все факторы, влияющие на содержание гормонов в крови. Однако немалое значение играют специфические факторы звена выведения, определяющие почечный клиренс гормона, а также возможное выделение его через другие органы (пищеварительный тракт, потовые и слюнные железы). С другой стороны, одновременное определение в моче содержания неизмененных, интактных гормонов и продуктов его метаболизма позволяет судить о соотношении между продукцией и катаболизмом гормона [11].

В большинстве случаев, в частности в клинических исследованиях, экскрецию гормонов определяют в суточной моче. Однако, при изучении влияния физических упражнений путем определения только суточной экскреции гормонов, часть информации теряется. Так, изменения экскреции кортикоидов во время работы и в течение первых часов после работы могут быть противоположными [12—15]. В результате этого весьма существенные сдвиги в экскреции кортикоидов могут вовсе не отразиться на суточной экскреции.

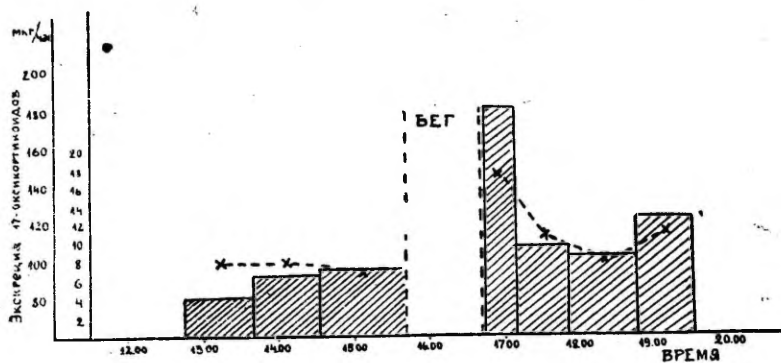
Н. Н. Яковлев [16] рекомендует суточную мочу собирать 4—6-часовыми порциями, одна из которых заканчивается периодом работы, т. е. сбор этой порции производится сразу по окончании работы. В качестве второй возможности он считает целесообразным собирать мочу за равные (не менее часа) отрезки времени — до работы, за время работы и в период отдыха.

При сборе мочи 1—3-часовыми порциями возникает вопрос о скорости отражения изменений функциональной активности железы на экскрецию гормонов. А. М. Bongiovanni и W. R. Eberlen [17] уже через 20 минут после орального введения тетрагидрокортизола отметили значительно повышенную скорость его почечного клиренса. По данным L. Hellmann и др. [18], после внутривенного введения гидрокортизона-4- $C^{14}$  наивысшая скорость экскреции его была в течение второго или, в некоторых случаях, в течение третьего получаса после начала введения.

С целью изучения скорости появления изменений в экскреции кортикоидов при физической нагрузке, мы провели опыты на собаке, у которой мочевого пузыря был удален. Результаты этих опытов представлены на рис. 1—3. Они показывают волнообразный характер экскреции 17-оксикортикоидов (определение по методу J. H. U. Brown [19]) как в покое, так и во время и после работы. При этом колебания экскреции 17-оксикортикоидов и



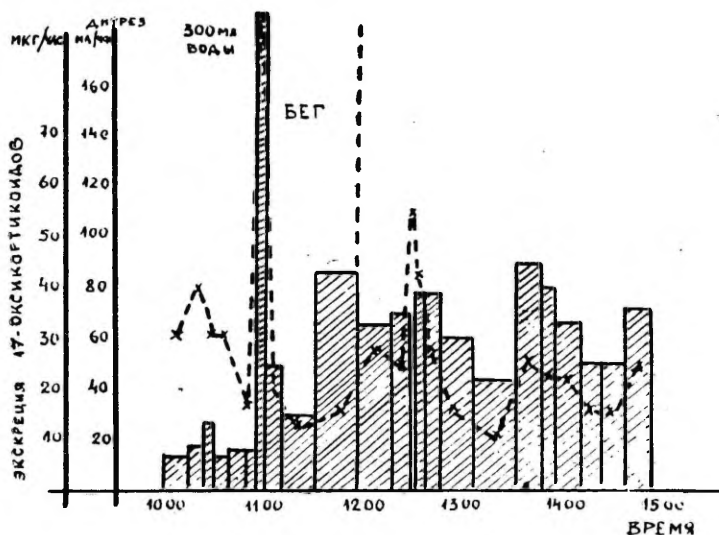
Р и с. 1. Экскреция 17-оксикортикоидов (заштрихованные столбики) и диурез (прерывистая линия) у собаки с удаленным мочевым пузырем до, во время и после бега.



Р и с. 2. Экскреция 17-оксикортикоидов (заштрихованные столбики) и диурез (прерывистая линия) у собаки с удаленным мочевым пузырем до, во время и после бега.

диуреза в основном синхронные. Физической работой (бег) вызывались весьма быстрые изменения в экскреции. Наивысшая экскреция кортикоидов наблюдалась в конце первого или в самом начале второго часа с начала работы.

Таким образом, если период сбора мочи длится более часа (лучше 2—3 часа), то нет сомнения, что в собранной моче отразится влияние физической нагрузки на экскрецию кортикоидов.



Р и с . 3. Экскреция 17-оксикортикоидов (заштрихованные столбики) и диурез (прерывистая линия) у собаки с удаленным мочевым пузырем до, во время и после бега вслед за водной нагрузкой.

В исследованиях на здоровых людях невозможно предупредить все влияния окружающей среды, в той или иной степени изменяющих деятельность различных желез. Кроме того, при сборе мочи через 2—3 часа, приходится учитывать также суточную ритмику деятельности желез. В частности известно, что у человека в утренние часы адренокортикальная активность наивысшая. Затем следует постепенное понижение функциональной активности надпочечников. Ночью адренокортикальная активность наименьшая [20—22]. Таким образом, данные об экскреции кортикоидов, полученные при анализе мочи, собранной по 1—4-часовым порциям, могут быть использованы лишь при учете возможного понижения экскреции из-за суточных колебаний.

Для выяснения степени изменений экскреции 17-оксикортикоидов, вследствие незарегистрированных в эксперименте факторов и из-за суточной ритмики, были проведены две серии наблюдений [23]. В первой из них была сделана попытка одновременно выявить изменения экскреции кортикоидов, возникающие вследствие той или другой группы факторов. В течение недели (2 или 3 дня) в различное время дня у 13 исследуемых в 18 парах наблюдений проводился сбор мочи за 1—5 часов. Содержание 17-оксикортикоидов в моче определялось по методу G. H. U. Brown [19]. Выяснилось, что среднее в течение часа экскреция 17-оксикортикоидов понижается на  $67 \pm 13,1$  мкг, что составляет  $19 \pm 3,5\%$ .

Разумеется, понижение экскреции в течение всего лишь одного часа на 20% не может быть обусловлено только суточной ритмикой. В двух наблюдениях выяснилось, что по сравнению с ночным временем, т. е. периодом минимальной экскреции, в утренние часы экскреция увеличивалась на 133—144 мкг на час, т. е. на 35—36%. Следовательно, в течение дня экскреция может понижаться всего лишь на 2—3% в течение каждого часа. Очевидно, наблюдавшееся нами понижение экскреции в течение часа на 20% было обусловлено суммированием суточной ритмики с изменениями экскреции вследствие неотмеченных воздействий. Поэтому, при оценке результатов наблюдений, необходимо считаться с тем, что в течение часа экскреция может понижаться без воздействия изучаемых факторов на  $67 \pm 13,1$  мкг, т. е.  $19 \pm 3,5\%$ . Умножая показатели средней ошибки на соответствующую величину  $t$ -критерия, получаются границы достоверности при 95%-ной вероятности:  $\pm 27,6$  мкг или  $\pm 7,4\%$ . Следовательно, понижение экскреции меньше чем на  $67 + 28 = 95$  мкг в час или  $19 + 7 = 26\%$  нельзя рассматривать как результат воздействия изучаемого фактора.

Во второй серии наблюдений у 10 исследуемых сопоставлялись показатели экскреции 17-оксикортикоидов, полученные в различные дни в одно и то же время дня. Оказалось, что изменения, вызванные неотмеченными факторами, составляют  $40 \pm 5,8$  мкг/час или  $18 \pm 6,0\%$ . Соответствующие границы достоверности  $\pm 12,77$  мкг или  $\pm 12,9\%$ . Следовательно, достоверным повышением экскреции 17-оксикортикоидов можно считать изменение, превышающее исходный уровень на  $40 \pm 13 = 53$  мкг или  $18 \pm 13 = 31\%$ .

На основании этих данных можно заключить, что достоверным следует считать только сдвиги экскреции 17-оксикортикоидов выше  $\pm 30\%$ .

Сбор третьей пробы мочи в течение первых часов восстановления, несомненно, увеличивает получаемую информацию и способствует более подробному анализу полученных данных. Некоторые исследователи предлагают усреднить данные экскреции 17-оксикортикоидов 3-часовых проб мочи, собранных до, во время и после нагрузки, чтобы оценивать результаты отдельных проб в отношении этого среднего [14]. Однако трудно найти обоснование

этому подходу. Ведь в данном случае влияние нагрузки оценивается не в отношении величин покоя, а в отношении величины, на которую уже оказывалось воздействие нагрузки. Более того, резкое изменение экскреции гормонов в течение одного из этих трех периодов сбора мочи изменяет среднюю величину и, тем самым, оценку всех результатов.

Пот, выделяемый во время физической нагрузки, содержит кортикоиды [5, 24, 25]. В связи с этим возникает возможность уменьшения экскреции кортикоидов, которая может быть обусловлена просто изменением пути выведения их из организма. Для этого у 5 спортсменов (бегунов на средние дистанции) II и I разряда из 12 исследуемых определяли во время выполнения пов-

Таблица 1

Экскреция кортизола с потом при повторной работе на велоэргометре

Обсле- дуемые	Период работы	Содер- жание корти- зола, в поте, мкг%	Потеря веса, кг	Вычитан- ный об- мен вы- делено- го пота	Экскреция корти- зола с потом	
					Всего, мкг	мкг/час
ГВ	I	5,4		832	45	36
	II	8,1		880	71	53
ПП	I	—	1,7	1712	116	
	II	7,1		504 1137	36 81	36 36
МВ	I		1,6	1641	117	
	II	8,4 11,0		773 1166	65 128	65 85
ТМ	I		1,6	1939	193	
	II	12,4 12,6		710 955	88 120	58 60
ВА	I		1,5	1665	208	
	II	9,1 9,4		747 1492	68 140	68 70
			1,9	2239	208	

торной работы на велоэргометре содержание кортизола в плазме крови, слюне и поте и экскрецию 17-оксикортикоидов с мочой. Содержание кортизола определяли флуорометрически по методу С. Р. Stewart et al. [26], а содержание 17-оксикортикоидов по методу J. H. U. Brown [19]. Исследуемые повторяли одномоментную работу на велоэргометре через интервалы отдыха до снижения частоты сердцебиения ниже 120 ударов в минуту. Первый период работы состоял из 10 повторений, за которым следовал 30-минутный отдых. Второй период работы заключался в дальнейших повторениях работы до отказа. Общая длительность двух периодов работы была от 2 до 4,5 часа.

Пот, выделяемый во время работы, содержал 5,4—12,6 мкг% кортизола (табл. 1). Это несколько превышает данные J. L. Lewis и G. W. Thorn [25], по которым в поте, выделяемом во время работы, содержание 17-оксикортикоидов меньше 8 мкг%. Сопоставление экскреции кортизола с потом в течение второго периода повторной работы с изменением выделения 17-оксикортикоидов с мочой и с изменением содержания кортизола в крови и слюне (табл. 2) показало, что выделение кортикоидов с потом особенно

Таблица 2

Сопоставление потери кортикоидов с потом, мочой и содержание их в крови и слюне

Обследуемый	Потеря кортизола с потом во время II периода работы, мкг/час	Изменение во время II периода работы по сравнению с исходными уровнями		
		Выделение 17-оксикортикоидов с мочой, мкг/час	Содержание кортизола в крови	Содержание кортизола в слюне, мкг%
МВ	85	—26	+11,8	+4,0
ТМ	60	+4	+0,7	+4,1
ВА	70	—68	—	+4,0
ГВ	53	—175	—5,0	—
ПП	36	—50	—6,5	—5,0

значительно, когда до конца длительной нагрузки сохраняется повышенное содержание кортизола в крови. В случаях понижения содержания кортизола в крови и при значительном уменьшении экскреции кортикоидов с мочой потеря кортикоидов с потом менее выражена. В обоих из этих случаев потеря кортикоидов с потом была меньше, чем степень понижения выделения кортикоидов с мочой. Таким образом, эти данные говорят против того, что пони-



жение выделения кортикоидов с мочой обусловлено потерей их с потом.

В покое выявляется определенный параллелизм между интенсивностью диуреза и выделением с мочой кортикоидов [27]. Установлено также, что увеличение диуреза при введении диуретиков или больших количеств воды сопровождается повышенной экскрецией 17-кетостероидов и 17-кетогенных стероидов [28]. S. Israel [29] наблюдал даже при длительном беге более высокое, чем обычно, выделение с мочой 17-кетостероидов, если введением воды избегался антидиуретический эффект физической нагрузки и интенсивность диуреза была значительно повышена. R. Donald et al. [30], при изучении в течение недельного микроцикла тренировки марафонцев, также отметили взаимозависимость между диурезом и экскрецией кортикоидов.

На сопряженность динамик изменений экскреции 17-оксикортикоидов и диуреза указывали и наши данные, собранные в опытах на собаке (рис. 1—3). Эти данные могут вызвать сомнение в отношении действительных изменений адренокортикальной активности при физических нагрузках в изменениях экскреции кортикоидов.

Для выяснения этого вопроса мы проанализировали данные, собранные у 138 исследуемых в 220 наблюдениях [31]. Во время большинства физических нагрузок выявилась существенная корреляция между изменениями диуреза и экскрецией кортикоидов. Однако строгая взаимосвязь в направлении изменений диуреза и экскреции кортикоидов отсутствовала.

Из проанализированных 214 случаев изменения экскреции 17-оксикортикоидов параллельными по направлению сдвига с изменениями диуреза был только 131 случай, а с изменениями экскреции 17-кетостероидов — только 67 случаев из 115.

В вышеупомянутой серии наблюдений над спортсменами, выполняющими длительную повторную работу, изменение диуреза коррелировало с изменением экскреции 17-оксикортикоидов ( $r=0,894$ ) и 17-кетостероидов ( $r=0,861$ ) только в течение первого периода работы. В течение второго периода работы существенных корреляций не обнаруживалось. Изменения диуреза в течение первого и второго периода работы выявили между собой высокую корреляцию ( $r=0,775$ ), указывая, что оба эти изменения отражают единый процесс. Очевидно, изменения кортикоидов во время второго периода работы не связаны с этим процессом.

Таким образом, наши данные, с одной стороны, подтверждают взаимосвязи между изменениями диуреза и экскреции кортикоидов, но, с другой стороны, показывают, что возникновение повышенной или пониженной экскреции кортикоидов при мышечной деятельности все же невозможно объяснить только изменениями диуреза. Повышенная экскреция кортикоидов наблюдалась и в

случаях уменьшения диуреза и пониженная экскреция их — в случаях увеличения диуреза. Реабсорбция кортизола в почечных канальцах составляет весьма большую часть объема фильтрованного кортизола [32]. Не исключено, что интенсивность фильтрации и реабсорбции воды может здесь оказывать определенное влияние.

Установлена также строгая зависимость величины экскреции кортикоидов от содержания в крови не связанной с белками фракции их [32]. Исходя из этого, оказывается, что взаимосвязь между диурезом и экскрецией 17-оксикортикоидов обусловлена не влиянием диуреза на экскрецию кортикоидов, а влиянием на диурез содержания глюкокортикоидов в плазме крови. Во время длительного лыжного похода мы обнаруживали корреляцию диуреза не с экскрецией 17-оксикортикоидов, а с содержанием кортизола в крови ( $r=0,884$ ) [33].

Под влиянием глюкокортикоидов диурез усиливается [34, 35]. Этому противодействует во время физической нагрузки усиленно продуцированный антидиуретический гормон [36—38]. Нет сомнения, что при понижении содержания кортизола в крови, обуславливающего снижение экскреции 17-оксикортикоидов, воздействие антидиуретического гормона растормаживается и ввиду этого диурез резко уменьшается.

По сравнению с кровью наиболее доступной для исследователя биологической жидкостью является слюна. J. L. Shannon [39, 40] утверждает, что содержание кортикоидов в слюне отражает функциональное состояние коры надпочечников.

При изучении влияния повторной работы мы обнаруживали существенную корреляцию между изменениями содержания кортизола в крови и слюне ( $r=0,773$ ). Все же данные о содержании кортикоидов слюны позволяют с большой убедительностью охарактеризовать адренокортикальную активность только при учете скорости секреции слюны, так как она зависит от активности симпатической нервной системы и продукции антидиуретического гормона, которые увеличиваются при мышечной деятельности. В свою очередь, угнетение секреции слюны может стать фактором, обуславливающим повышение концентрации в ней составных частей. На наличие таких взаимоотношений указывала в наших данных отрицательная корреляция между изменением содержания кортизола в слюне и диурезом ( $r=-0,667$ ), так как эффектом антидиуретического гормона является угнетение не только диуреза, но и активности слюнных желез.

Данные о физиологической роли целого ряда гормонов в регуляции обмена вещества позволяют не сомневаться в их большом значении в мобилизации энергетических ресурсов организма и в управлении использования и восстановления их, а также в обеспечении гомеостаза при мышечной деятельности. Однако конкретное уточнение роли гормональных факторов и их взаимодейст-

вия с другими регуляторными механизмами представляет ряд трудностей.

Соответствующий экспериментальный материал был получен с помощью двух основных методических подходов. Во-первых, изучали обмен веществ во время работы в опытах на животных, у которых одна или другая внутрисекреторная железа была предварительно удалена. Существенным недостатком этого методического подхода является то, что в этих опытах физическая нагрузка совершается в условиях предварительного изменения обмена веществ, вследствие нарушения гормонального статуса организма. Определенной осторожности требует трактовка этих данных и потому, что полученные данные не обязательно являются результатами выключения или усиления какого-либо гормонального воздействия. Наблюдаемые изменения качеств обменных процессов могут зависеть также от других факторов, воздействие которых ослабляется в связи с отсутствием «пермиссивного воздействия» некоторых гормонов, например, кортикостероидов [3], или воздействие которых растормаживается в связи с отсутствием сбалансированного фактора. Так, стимулирующее воздействие тироксина на окисление и повышение температуры тела становится при выключении коры надпочечников гораздо более выраженным, чем в интактном организме. [41].

Результаты, полученные в опытах такими грубыми воздействиями на гормональный статус организма, могут быть обусловлены также изменениями тканевой чувствительности в отношении воздействия не только других гормонов, но и любых регулятивных факторов.

Другую методическую возможность представляет собой изучение коррелятивных взаимоотношений между показателями эндокринных функций и обменом веществ. Однако в этом случае отсутствует прямая возможность установления причин найденных взаимоотношений. Изменение содержания некоторых метаболитов может быть не только результатом, но и причиной усиления секреции определенных гормонов (например, стимулирующее действие повышенного содержания сахара в крови на продукцию инсулина). Нельзя забывать, по крайней мере, следующих условий:

1. В зависимости от интенсивности и направленности обмена веществ тканевая чувствительность гормонов и вообще гормональные эффекты могут изменяться. Так, инсулин усиливает поступление глюкозы в скелетные мышцы при достаточно высоких уровнях сахара в крови. В условиях гипогликемии такой же эффект устанавливается в отношении перемещения глюкозы в мозговую ткань, но в отношении перемещения ее в скелетные мышцы отмечается скорее противоположное [42]. Действие катехоламинов, АКТГ, вазопрессина, тиреотропного гормона и лютеинизирующего гормона на клетку опосредствуется повышением

активности аденилатциклазы и образованием циклического аденозинмонофосфата из АТФ. В связи с этим интенсивность синтеза АТФ и их расходов на различные цели определяет способность клетки отвечать на воздействие этих гормонов [2]. В общем, для действия гормонов исключительное значение имеет биохимическое состояние среды организма [43].

2. В зависимости от интенсивности и направленности обмена веществ, от возможностей доставки исходных материалов могут изменяться условия биосинтеза и метаболизма гормонов. В опытах Э. Ш. Матлиной и сотрудников [44] с введением ДОФА весьма четко показано, что продукция катехоламинов во время работы существенно зависит от возможностей доставки этого прекурсора. В отношении зависимости катаболизма гормонов от общей интенсивности обмена веществ В. С. Финогенов и С. Г. Савинкова [45] высказывали предположение, что метаболизм стероидных гормонов во время работы зависит от интенсивности окислительных процессов.

3. В целом подавляющее большинство обменных процессов в организме регулируются не только одним, а воздействием многих гормонов. Результаты гормонального воздействия на обменные процессы определяются, в первую очередь, изменениями межгормональных отношений [1]. Так, в усилении липолиза во время длительной работы важное значение приписывается не только стимулирующему действию адреналина, глюкокортикоидов и соматотропного гормона, а также уменьшению содержания противодействующего инсулина в крови [46]. Случаи гипогликемии, несмотря на высокое содержание адреналина в крови [47] и гипергликемии, несмотря на повышенное содержание инсулина в крови [48] во время работы, могут также быть поняты с позиции межгормональных отношений [1].

4. Во многих случаях биологически активные формы гормонов определяются в плазме крови и моче вместе с инактивировавшими формами, связанными с белками плазмы или подвергавшиеся превращениям молекул гормона. Разумеется, в этих случаях требуется особая осторожность при связывании метаболических изменений со сдвигами содержания гормона в крови или моче.

5. В некоторых случаях эффект гормона определяется не содержанием его в плазме крови и межклеточной жидкости, а интенсивностью катаболизма гормона. Так, чувствительность клеток органов мишени к кортизолу зависит от скорости превращения его в менее активный стероид кортизон [2].

6. Точкой воздействия некоторых гормонов является проницаемость клеточных мембран [2, 49]. В свою очередь, клеточная мембрана связывает некоторые гормоны. Не исключено, что это определяет в данном случае эффект гормона [50]. В этом случае

эффект гормона не должен непременно коррелироваться с содержанием его в крови.

7. Ряд метаболитов гормонов обладает также биологической активностью. В отдельных случаях влияние метаболита гормона на обменные процессы противоположны воздействию интактного гормона [43]. Так, восстановленные при действии инсулазы печени формы действуют иначе, чем инсулин с сохраненными дисульфидными связками. Некоторые продукты окисления катехоламинов угнетают гликолитические и окислительные процессы. В отношении других метаболитов катехоламинов (их метоксипроизводных) высказывалось предположение, что они сенсибилизируют ткани к действию катехоламинов [51].

8. Не все эффекты, полученные введением гормонов, являются физиологическими, поскольку они были вызваны дозами гормона, до концентрации которых содержание гормона в организме никогда не повышается.

В заключение к сказанному можно привести слова В. В. Меньшикова: «...нельзя приравнивать количество гормона к количеству биологической информации.» (2, стр. 158).

Выход — в комплексных исследованиях, когда определяется не только экскреция одного гормона и содержание его в плазме крови, одновременно изучаются многие гормоны, определяются также изменения содержания их в тканях, изучается связь их с белками плазмы крови и тканевыми образованиями и определяется интенсивность и характер метаболизма их. И если выявляются взаимосвязи между показателями гормональной активности и обменных процессов, то для установления причинности их необходимы дополнительные опыты *in vivo* с устранением или усилением соответствующего гормонального фактора и специальные опыты *in vitro*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев Н. Н. Некоторые очередные задачи спортивной эндокринологии. — Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, 2, 5—18.
2. Меньшиков В. В. Гуморальные механизмы регуляции функций организма в норме и патологии. М., «Медицина» 1970.
3. Ingle, D. J. The role of the adrenal cortex in homeostasis. — J. Endocrin. 1952, 8, XIII—XXXVII.
4. Staehelin, D., Labhart, A., Froesch, R., Kägi, H. R. The effect of muscular exercise and hypoglycemia on the plasma level of 17-hydroxysteroids in normal adults and in patients with the adrenogenital syndrome. — Acta endocrin. 1955, 18, 521—529.
5. Hill, S. R., Goetz, F. C., Fox, H. M., Murawski, B. J., Krankauer, L. J., Reifstein, R. W., Gray, S. J., Reddy, W. J., Hedberg, S. E., Marc, J. R. St., Thorn, G. W. Studies on adrenocortical and psychological response to stress in man. — Arch. int. Med. 1956, 97, 269—298.

6. Moncloa, F., Carcelen, A., Beteta, L. Physical exercise, acid-base balance and adrenal function in newcomers to high altitude. — *J. appl. Physiol.* 1970, **28**, 151—155.
7. Irvine, C. H. G. Thyroxine secretion rate in the horse in various physiological states. — *J. Endocrin.* 1967, **39**, 313—320.
8. Irvine, C. G. H. Effect of exercise on thyroxine degradation in athletes and non-athletes. — *J. clin. Endocrin.* 1968, **28**, 942—948.
9. Утевский А. М., Бутом М. Л. Роль симпатической нервной системы в обмене адреналина при различных условиях раздражения мышцы. — *Биохимия*, 1949, **14**, 452—459.
10. Fazekas, J. G., Fazekas, A. T. Die Wirkung der Formalin-Stress auf die Corticosteroid-Fraktionen der Organe und Gewebe von Ratten. — *Endokrinologie*, 1968, **52**, 315—326.
11. Вирю А. А., Выделение с мочой связанных и свободных 17-оксикортикоидов при физических нагрузках. — *Уч. зап. Тартуского гос. ун-та*, 1968, **205**, 137—146.
12. Rivoire, M. R., Rivoire, J., Poujol, M. J. La fatigue syndrome d'insuffisance surrénale fonctionnelle. — *Presse méd.* 1953, **61**, 1431—1433.
13. Losada, A., Stevenson, C., Barzelatto, J. Suprarrenal y ejercicio muscular. — XIV° Congreso Internacional de Medicina del Deporte. Santiago 1962, 93—102.
14. Пийритс И. О формах динамики экскреции 17-оксикортикоидов при физических нагрузках. — *Эндокринные механизмы приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1969, 122—133.
15. Вирю А. А. Деятельность коры надпочечников в восстановительном периоде после лыжных гонок и походов. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1969, 134—140.
16. Яковлев Н. Н. Биохимические методы определения специальной тренированности спортсменов. — *Теория и практ. ф. к.*, 1971, **34**, 17—21.
17. Bongiovanni, A. M., Eberlen, W. R. Determination, recovery identifications and renal clearance of conjugated adrenal corticoids in human peripheral blood. — *Proc. Soc. exp. Biol. Med.* 1955, **89**, 281—285.
18. Hellmann, L., Bradlow, H. L., Adesman, J., Fukushima, D. K., Kulp, J. L., Gallagher, T. F. The fate of hydrocortisone-4-C<sup>14</sup> in man. — *J. clin. Invest.* 1954, **33**, 1106—1115.
19. Brown, J. H. U. An improvement of the Reddy method for the determination of 17-hydroxycorticoids in urine. — *Metabolism* 1955, **4**, 295—297.
20. Doe, R. P., Flink, E. P., Flint, M. G. Correlation of diurnal variations of eosinophils and 17-hydroxycorticosteroids in plasma and urine. — *J. clin. Endocrin.* 1954, **14**, 774—775.
21. Perkoff, G. T., Eik-Nes, K., Nugent, C. H., Fred, H. L., Nimer, R. A., Rush, I., Samuels, L. T., Tyler, F. H. Studies on the diurnal variations of the plasma 17-hydroxycorticoids in man. — *J. clin. Endocrin.* 1959, **19**, 432—433.
22. Halberg, F., Reinberg, G. Rythmes circadiens et rythmes de basse fréquence on physiologie humaine. — *J. Physiol., Paris*, 1967, **59**, Suppl. 1.
23. Вирю А. А. Об изменениях экскреции 17-оксикортикоидов во время тренировочных занятий. *Уч. зап. Тартуского ун-та*, 1971, **267**, 3—21.
24. Nichols, J., Miller, A. T. Exertion of adrenal corticoids in the sweat. — *Proc. Soc. exper. Biol.* 1948, **69**, 448—449.
25. Lewis, J. L., Thorn, G. W. 17-hydroxycorticoid determination in sweat. — *J. clin. Endocrin.* 1955, **15**, 829—831.
26. Stewart, C. P., Albert-Recht, F., Osman, L. M. The simultaneous fluorometric microdetermination of cortisol and corticosterone in plasma. — *Clin. chim. Acta*, 1961, **6**, 696—707.



27. Appel, W. Über den Einfluss der Urutages auf die Ausscheidung der neutralen C<sub>17</sub>-ketosteroide und der sog. Corticoide. — Z. ges. exp. Med. 1952, 118, 269—273.
28. Wegner, H., Helbig, W., Reichel, F. Die Auswirkung der exogenen Beeinflussung des wasserhaushaltes auf die Ausscheidung der Nebennierenrinde-Metabolite im Harn. — Acta biol. med. germ. 1965, 15, 222—228.
29. Israel, S. Die C-17-ketosteroid-Ausscheidung bei extreme Ausdauerbelastung. — *Medicine and Sport* 1969, 9, 81—86.
30. Donath, R., Clauswitzer, C., Rockstrach, W., Israel, S. Die Ausscheidung der unkonjugierten 11-Hydroxykortikoide im Harn bei extremen Ausdauerbelastungen. — *Medicine and Sport* 1969, 9, 117—123.
31. Виру А. А. К значению диуреза в изменениях экскреции 17-оксикортикоидов и 17-кетостероидов при физических нагрузках. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1972, 3, 55—68.
32. Beisel, W. R., Cos, J. J., Horton, R., Forsham, P. Y. Physiology of urinary cortisol excretion. — *J. clin. Endocrin.* 1964, 24, 887—983.
33. Виру А. А., Кыргыс П. К., Вайкмаа М. А., Окс М. С., Пярнат Я. П. Изменения адренокортикальной активности и некоторых показателей обмена веществ при многочасовой работе. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1972, 3, 37—53.
34. Колпаков М. Г. Адренокортикальная регуляция водно-солевого гомеостаза. — *Кортикостероидная регуляция водно-солевого гомеостаза*. Новосибирск, «Наука» 1967, 7—34.
35. Соффер А., Дорфман Р., Гебрилав Л. Надпочечные железы человека. М., «Медицина» 1966.
36. Baisset, A., Montrastuc, P. Augmentation de la secretion antidiuretique après courses de 100, 400 et 1000 metres. — *Med. educ. phys. sport* 1962, 36, 119—126.
37. Koslowski, S., Szczerpanska, E., Zielinski, A. The hypothalamohypophyseal antidiuretic system in physical exercises. — *Arch. int. Physiol.* 1967, 75, 218—228.
38. Seene, T. Vere plasma antidiureetilise aktiivsuse muutusest kehalise töö ajal. — XIV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tарту, 1972, 66—69.
39. Shannon, I. L., Prigmore, I. R., Brooks, R. A., Feller, R. P. The 17-hydroxycorticosteroids of parotid fluid, serum and urine following intramuscular administration of repository corticotropin. — *J. clin. Endocrin.* 1959, 19, 1477—1480.
40. Shannon, I. L., Prigmore, I. R. Parotid fluid as a medium for determination of human adrenocortical status. — *Oral surg.* 1960, 13, 878—882.
41. Donhoff, S., Varnai, J., Sziebert-Horwath, E. Über die Rolle der Nebenniere in der akuten Wirkung der Trijodthyroessigsäure auf den Energieumsatz und die Körpertemperatur des hypophysectomierten Ratte. — *Pflügers Arch. ger. Physiol.* 1958, 266, 642—652.
42. Генес С. Г. Гипокликемии, гипогликемический симптомокомплекс. М., «Медицина», 1970.
43. Яковлев Н. Н. Проблема эндокринной регуляции обмена веществ при мышечной деятельности. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1969, 1, 5—15.
44. Матлина Э. Ш., Пухова Г. С., Зутлер А. С. Обмен катехоламинов при введении дофа intactным крысам и с мышечной нагрузкой. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности*. Тарту, 1971, 2, 179—197.

45. Финогенов В. С., Савинкова С. Г. Влияние физических нагрузок на содержание 17-оксикортикостероидов в крови и суточную экскрецию 17-кетостероидов и 17-кетостероидов в зависимости от тренированности спортсменов. — Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, 2, 133—144.
46. Hunter, W. M., Sukkar, M. Y. Changes in plasma insulin levels during muscular exercise. — J. Physiol. Lond., 1968, 196, 110P—112P.
47. Горохов А. А. Обмен катехоламинов при мышечной деятельности в тренированном и нетренированном организме. Дисс., Л., 1970.
48. Pruett, E. D. Glucose and insulin during prolonged work stress in men living on different diets. — J. appl. Physiol. 1970, 28, 199—208.
49. Hechter, O., Lester, G. Cell permeability and hormone action. — Recent Progr. Horm. Res. 1960, 16, 139—179.
50. Willmer E. N. Steroids and cell surfaces. — Biol. Rev. 1961, 36, 368—398.
51. Матлина Э. Ш., Меньшиков В. В. Клиническая биохимия катехоламинов. М., «Медицина», 1967.

## AINEVAHETUSE ENDOKRIINSE REGULATSIOONI UURIMISE MÕNINGATEST METODOLOOGILISTEST KÜSIMUSTEST LIHASTÖÖ TINGIMUSTES

A. Viru

### Resümee

Lihastöö tingimustes, eriti vaatlustes inimestel, on humoraalsete mehhanismide kõigi lülide uurimine komplitseeritud ülesanne. Muutuste kiirus teeb meetodid, mis eeldavad kuni ööpäevani ulatuvat vaatlusperioodi (näiteks 24-tunnine uriini kogumine) vähe informatiivseks. Põieta koertel teostatud uuringud näitasid, et kõrgeim tase 17-oksükortikoidide ekskretsioonis saabub esimese tunni lõpul või teise tunni algul arvatuna lihastöö (jooksu) algusest. Seega kui uriinikogumise periood vältab 2—3 tundi, siis pole kahtlust, et kogutud uriinis kajastub kehalise koormuse mõju kortikoidide ekskretsioonile.

23 sportlasel teostatud uuringud näitasid, et 1—5-tunniste uriini proovide puhul võivad ööpäevane rütmika ja eksperimendis mittekontrollitud tegurid põhjustada 17-oksükortikoidide ekskretsiooni muutusi 30% ulatuses algtaseme suhtes. Seega usaldusväärseks võib lugeda sellist muutust 17-oksükortikoidide ekskretsioonis, mis on suurem kui 30%.

Kortisooli higiga eritumise uurimine 5 sportlasel näitas, et 17-oksükortikoidide ekskretsiooni langus lihastöö ajal pole seoses kortikoidide kaotusega higiga.

17-oksükortikoidide ja 17-ketosteroidide ekskretsioon lihastöö ajal korreleerub diureesiga, kuid muutuste suunas (tõus või langus) ei täheldata statistiliselt usutavat kooskõla. Kuna diurees on korrelatsioonis ka kortisooli sisaldusega vereplasmas, siis näib, et 17-oksükortikoidide ekskretsiooni muutustes pole määravaks teguriks

mitte diurees, vaid nendevaheline seos seletub nii kortikoidide ekskretsiooni kui ka diureesi sõltuvusest kortisooli tasemest veres.

Andmed ainevahetuse hormonaalse regulatsiooni kohta lihastöö ajal on saadud: 1) katseloomadel, kellel on eemaldatud üks või teine nääre või on manustatud hormoone või nende sekretsiooni stimulaatoreid, 2) korrelatiivsete seoste põhjal endokriinsete funktsioonide ja ainevahetuse näitajate vahel. Esimesel juhul on puuduseks lihastöö sooritamise eelnevalt muudetud hormonaalsel ja seega ka ainevahetuse foonil. Teisel juhul puudub võimalus seoste põhjuslikkuse sedastamiseks. Vastavate eksperimentaalsete andmete analüüsis tuleb võtta arvesse järgmisi asjaolusid:

- 1) koe tundlikkus hormoonidele ja üldse hormonaalsed efektid sõltuvad ainevahetuse intensiivsusest ja suunitlusest;
- 2) hormoonide biosüntees ja metabolism sõltuvad ainevahetuse intensiivsusest ja suunitlusest;
- 3) rõhuvat enamust ainevahetuse protsessidest reguleeritakse mitte ainult ühe, vaid paljude hormoonide poolt;
- 4) paljudel juhtudel määratakse bioloogiliselt aktiivseid hormoone vereplasmas ja uriinis koos inaktiveeritud vormidega;
- 5) mõningatel juhtudel sõltub hormooni efekt mitte ainult tema kontsentratsioonist, vaid ka hormooni katobolismi kiirusest või seostumisest raku membraaniga;
- 6) mitmed hormooni metaboliidid on samuti bioloogiliselt aktiivsed;
- 7) mitte kõik efektid, mida saadakse hormoonide manustamisel, pole füsioloogilised, nad võivad olla ka «üledoosi» efektid.

## **SOME METHODOLOGIC QUESTIONS OF THE INVESTIGATION OF THE ENDOCRINE REGULATION OF METABOLISM DURING MUSCULAR WORK**

**A. Viru**

### **Summary**

The study of all components of humoral mechanisms during muscular work, especially in man, is complicated. The speed of alterations decreases the informativity of the methods requiring the collection of urine during 24 hours. In dogs without urinary bladder the highest level of 17-hydroxycorticoid excretion was established at the end of the first hour or in the beginning of the second hour after the start of the muscular work. Hence the effect of the exercise on the corticoid excretion is undoubtedly reflected in the 2—3-hour specimen.

Observations of 23 sportsmen showed that in the case of 1—5-hour urine specimen the diurnal rhythm and uncontrolled

factors may cause the alternations of the 17-hydroxycorticoid excretion up to 30 per cent from the initial level. Therefore we can consider only the alterations in the 17-hydroxycorticoid excretion exceeding 30 per cent to be significant.

The study of the cortisol excretion by sweat in 5 sportsmen showed that the decrease of the urinary excretion of 17-hydroxycorticoids is not connected with the loss of corticoids by sweat.

During muscular work the 17-hydroxycorticoid and 17-ketosteroid excretion correlates with diuresis. However, the direction of the change (increase or decrease) is in no statistically significant accordance. The diuresis is in correlation with the blood plasma level of the cortisol. It seems that the alterations of 17-hydroxycorticoid excretion are not determined by diuresis. Their interrelationship can be explained by the dependence of both the 17-hydroxycorticoid excretion and diuresis on the blood cortisol level.

Data of the hormonal regulation of the metabolism during muscular activity have been obtained: (1) from animals with extirpated endocrine glands or with administrated hormones or stimulators of endocrine glands, (2) from correlations between the indices of endocrine functions and those of metabolism. Shortcomings of such methods are the performance of muscular work on the background of the altered hormonal balance and metabolism (first method) and the lack of the possibility to establish the causality (second method). The following considerations must be taken into account in an analysis of such results:

- (1) the sensitivity of the tissue to hormones and hormonal effects in general depend on the intensity and trend of the metabolism;
- (2) the biosynthesis and catabolism of hormones depend on the intensity and trend of the metabolism;
- (3) the majority of metabolic processes are regulated not by a single, but by many hormones;
- (4) in many cases biologically active hormones in blood plasma or urine are determined together with inactivated forms;
- (5) in some cases the hormonal effect depends not only on its concentration but also on the rate of the catabolism of the hormone or on its bounds with the cellular membrane;
- (6) several catabolites of hormones are also biologically active;
- (7) the effects of the administration of hormones are not always physiological; they can also be the effects of «the overdose».

## ПОНИЖЕНИЕ АДРЕНОКОРТИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

А. А. Виру

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам  
мышечной деятельности

Большая роль гипофизарно-адренокортикальной системы в приспособлении организма к различным нагрузкам, или же по терминологии Н. Selye [1, 2] — к стрессорам, не вызывает в настоящее время сомнения. Исключением отнюдь не является приспособление организма к мышечным нагрузкам. Как и другие нагрузки, так и мышечная работа обуславливает быструю гибель адреналэктомированных животных [1, 3]. Еще в 1855 году Т. Addison [4] писал, что значительная утомляемость, слабость и адинамия являются характерными симптомами адренокортикальной недостаточности. Дальнейшими исследованиями установлены существенные изменения в активности коры надпочечников при выполнении физических нагрузок. Однако не все показатели функциональной активности коры надпочечников указывают на повышение ее. Нередко при физических упражнениях наблюдается понижение выделения кортикоидов с мочой [5—8] и уменьшение их содержания в крови [9—10].

Возникают вопросы: в чем заключается причина таких расхождений в изменениях и как эти разнонаправленные сдвиги отражаются в других приспособительных реакциях?

С целью выяснения этих вопросов в проблемной научно-исследовательской лаборатории по основам мышечной деятельности ТГУ был проведен ряд наблюдений и опытов.

В 213 наблюдениях нами изучались изменения экскреции 17-оксикортикоидов у 140 спортсменов и 20 спортсменок при различных тренировочных нагрузках [11]. Мочу собирали за 2—4 часа до занятия и в течение 15—30 минут после занятия. Полученные данные выявили как случаи повышения, так случаи понижения и неизменности экскреции. Но распределение этих разнонаправленных изменений имело не просто случайный характер. Статистический анализ этих данных свидетельствовал о том, что вероятность

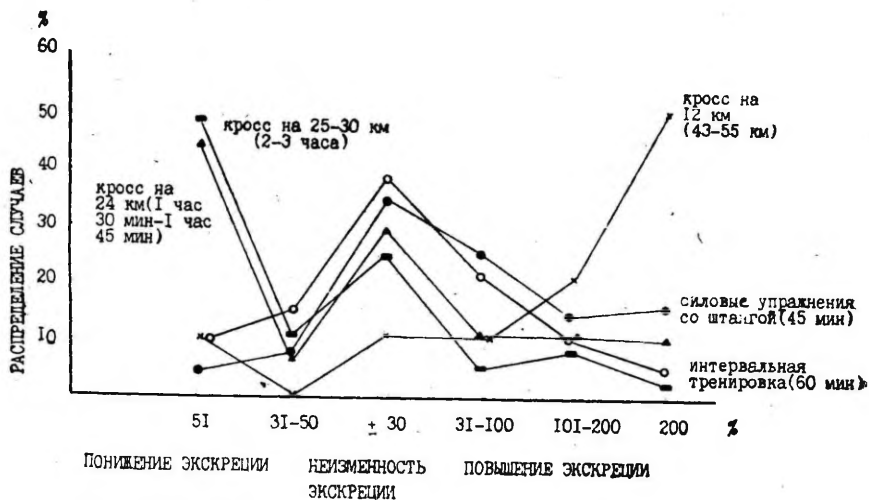


Рис. 1. Распределение разнонаправленных изменений экскреций 17-оксикортикоидов.

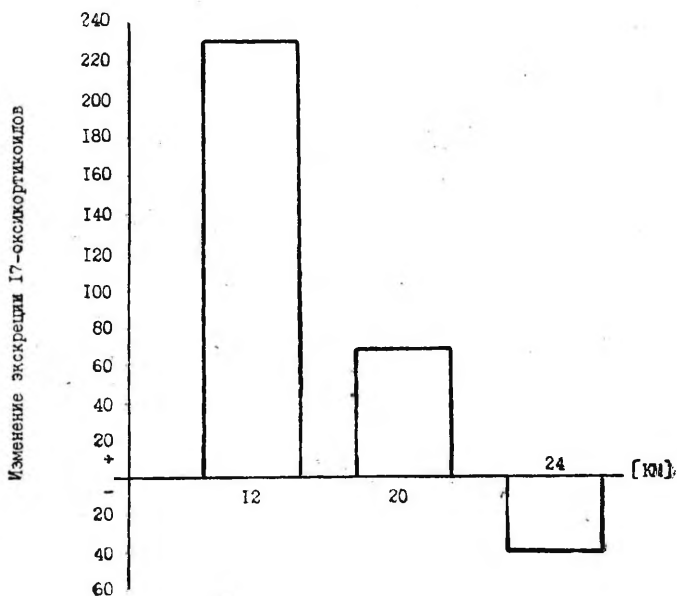


Рис. 2. Изменение экскреции 17-оксикортикоидов у лыжника, мастера спорта, при кроссах на различную дистанцию.



## Экскреция 17-оксикортикоидов

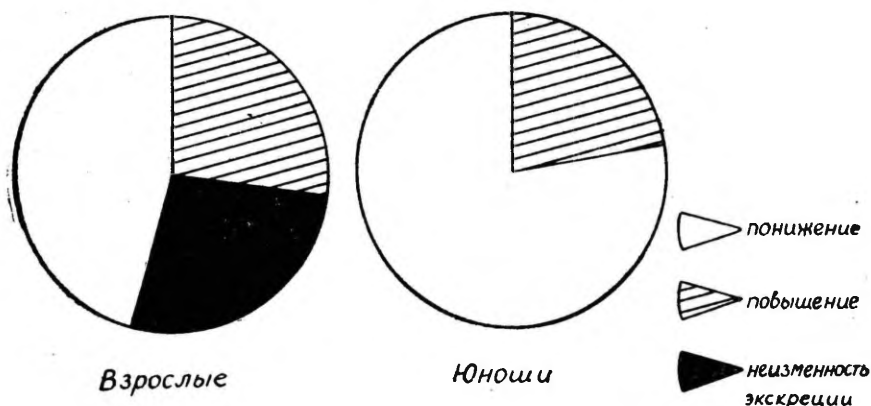


Рис. 3. Изменение экскреции 17-оксикортикоидов у взрослых и юных лыжников во время тренировочного занятия.

пониженного выделения с мочой 17-оксикортикоидов увеличивается по мере удлинения тренировочного занятия и уменьшается по мере повышения тренированности. Как видно на рис. 1, при относительно недлительных занятиях преобладали случаи повышения экскреции 17-оксикортикоидов, а при занятиях длительностью 2—3 часа — случаи понижения экскреции. На рис. 2 то же самое выявляется более наглядно. У одного и того же лыжника (мастера спорта) во время кросса на 12 км наблюдалось резкое повышение экскреции 17-оксикортикоидов, во время 20-километрового кросса менее значительное повышение, во время кросса на 24 км — понижение экскреции 17-оксикортикоидов.

Как уже сказано, направление сдвига экскреции кортикоидов зависело также от тренированности. Выявилось, что у лучших по результатам кросса на 24 км экскреция кортикоидов повышалась, а у средних — понижалась. У последних, бегавших, вероятно, не в полную силу, не обнаружено существенных сдвигов в экскреции.

На рис. 3 показано понижение экскреции 17-оксикортикоидов во время тренировочных занятий, наблюдавшееся у юных лыжников (16—17-летних) чаще, чем у взрослых, хотя длительность занятия и пройденная дистанция были у последних почти в 2 раза больше, чем у первых [12].

При выполнении повторной работы на велоэргометре по сериям в течение 3 часов обнаружилось, что понижению экскреции 17-оксикортикоидов предшествует период повышения её [13].

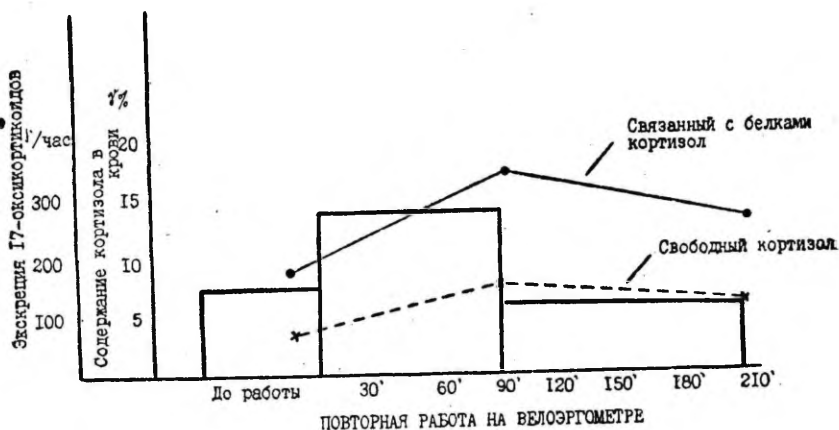


Рис. 4. Изменение экскреции 17-оксикортикоидов и содержания связанного с белками плазмы и свободного кортизола в крови при длительной повторной работе на велоэргометре.

Возникает вопрос: обусловлен ли переход к пониженной экскреции деятельностью коры надпочечников или же изменениями в состоянии почек? Для выяснения этого параллельно с экскрецией изучали также содержание кортикоидов в крови. С помощью флуорометрического метода, предложенного С. Р. Stewart et al. [14], в плазме крови определяли содержание кортизола и кортикостерона.

Как показано на рис. 4, первоначальное увеличение и вслед за ним уменьшение наблюдалось также в содержании кортизола крови [15].

Этот вопрос был более подробно изучен в опытах на морских свинках [16]. После трехкратного плавания по 5 минут через 2-минутные интервалы отдыха наблюдалось повышение содержания кортизола в надпочечниках, но не в плазме крови. Повышенное содержание гормона в железе, безусловно, связано с усиленным биосинтезом гормона. Отсутствие при этом повышенного содержания гормонов в крови обусловлено, очевидно, усиленным потреблением кортикоидов из крови, что убедительно показано в ряде работ. После повторных 5-минутных заплывов до погружения животного под воду содержание кортизола в надпочечниках снижалось до уровня несколько ниже, чем у контрольных животных (существенной разницы нет). Однако данный уровень биосинтеза кортикоидов не смог покрыть повышенные запросы на кортикоиды, и содержание кортизола в крови значительно падало.

Таким образом, в реакции гипоталамико-адренотропной системы на физическую нагрузку мы можем выделить две фазы.

Первая фаза характеризуется усилением, а вторая фаза — угнетением глюкокортикоидной функции надпочечников.

Обусловлено ли появление второй фазы истощением коры надпочечников? Факты, имеющиеся в нашем распоряжении, отрицают эту возможность. Когда морским свинкам предварительно вводили АКТГ, то есть естественный стимулятор коры надпочечников, то после плавания до отказа наблюдалось повышенное содержание кортизола в надпочечниках и крови [16].

Аналогичные данные были получены у спортсменов. Если длительная работа обуславливала тенденцию к понижению экскреции 17-оксикортикоидов, то инъекцией 8—12 ед. АКТГ эта тенденция была устранена и заменена новым повышением экскреции кортикоидов [13].

Эти факты не только отрицают наличие истощения коры надпочечников при длительных нагрузках, но также отвергают возможность несоответствия между продукцией и утилизацией кортикоидов аналогично возникновению кислородного долга. Если бы отставание продукции кортикоидов от их утилизации было обусловлено только тем, что скорость утилизации кортикоидов превышала предельную скорость продукции их и неадекватное снабжение организма кортикоидами возникает несмотря на максимальную деятельность железы, то после инъекции АКТГ не повышалось бы содержание кортикоидов в крови, а увеличивалось бы выделение их с мочой. Очевидно, причина появления второй фазы заключается в недостаточной стимуляции адreno-кортикальной активности.

Пониженная секреция, наблюдаемая после первоначально повышенной секреции, отмечается и при воздействии других форм стрессоров (согревание, иммобилизация и др.) [17—21]. По данным К. М. Knigge [19], в фазе низкой секреции кортикоидов содержание АКТГ в гипофизе оказалось в полтора-два раза выше, чем в норме. Следовательно, причина недостаточной стимуляции заключается не в истощении запасов АКТГ.

Учитывая исключительно большое значение центральной нервной системы в регуляции адrenокортикотропной функции гипофиза, приходится искать причину в деятельности неврогенного механизма.

В работе А. Соосаар [22] было отмечено, что если после 2,5-часовой умственной нагрузки (решение арифметических задач) содержание 11-оксикортикоидов крови повышалось, то к концу 6-часовой умственной нагрузки — понижалось. На фоне значительного умственного утомления ни адреналин, ни степ-тест не обуславливали повышения содержания 11-оксикортикоидов в крови. Очевидно, все говорит о торможении механизма, стимулирующего адrenокортикальную активность.

Известно, что эмоциональное возбуждение сопровождается усилением адrenокортикальной активности [23—25]. Но имеются

также данные, что некоторые эмоции [26—27], в том числе в отдельных случаях предстартовое состояние, обуславливают, наоборот, угнетение адренокортикальной активности [28].

Известно также, что в центральной нервной системе существуют структуры, раздражение которых обуславливает угнетение секреции АКТГ и тем самым адренокортикальной активности. Среди этих структур существенную роль играет гиппокамп [29, 30]. В проведенных нами опытах на крысах гиппокамп был разрушен путем стереотоксической электрокоагуляции. У этих животных после 4-часового плавания не обнаруживалось угнетения адренокортикальной активности, хотя это наблюдалось у ложноперированных животных. Эти факты свидетельствуют о значении гиппокампа в возникновении второй фазы в реакции гипофизарно-адренокортикальной системы на физическую нагрузку.

Означает ли вторая фаза состояние временной и относительной недостаточности кортикоидов в организме?

При адренокортикальной недостаточности устойчивость организма к стрессорам резко понижена [1, 3]. Мы также наблюдали, что у мышей в течение 1,5 часов после длительного плавания сопротивляемость холоду (пребывание при температуре  $+5^{\circ}\text{C}$  18 часов) резко понижена, но она восстановилась под влиянием инъекции кортизона или АКТГ [31, 32].

На фоне пониженной экскреции 17-оксикортикоидов наблюдалось уменьшение реакции артериального давления на физическую нагрузку [13, 33, 34], а также случаи циркуляторного коллапса, известного под названием «гравитационный шок», после физических упражнений на фоне пониженного содержания кортикоидов крови [35]. Эти факты также указывают на адренокортикальную недостаточность, поскольку в этом состоянии сосуды теряют тонус и нарушаются прессорные реакции [36—40].

В опытах на крысах, проведенных П. Кырге [41, 42], после длительного плавания наблюдалось уменьшение содержания кортикостерона крови, сопровождающееся типичным эффектом глюкокортикоидной недостаточности — перемещением воды и натрия из внеклеточного пространства в клеточное в скелетной и сердечной мышцах.

У марафонцев после бега на фоне пониженной адренокортикальной активности были обнаружены признаки нарушения катаболизма белков (понижение активности глютамат-пируват трансминазы плазмы, уменьшение экскреции общего азота, уменьшение содержания остаточного азота в крови [43]).

Деятельностью регуляторных механизмов вызывается функциональная недостаточность коры надпочечников. Отрицательное влияние ее на работоспособность не позволяет расценивать ее как положительный приспособительный эффект. Отсутствуют также доказательства, говорящие о связи ее с истощением определенных звеньев в соответствующей функциональной системе. По-види-

тому, здесь мы имеем дело с проявлением защитной реакции. Задача такой защитной реакции — предотвращение фатального истощения ресурсов организма. По данным Н. Н. Яковлева [44], процессам торможения принадлежит существенная роль в предотвращении истощения глюкогона печени во время длительной работы. Однако для предотвращения фатального истощения ресурсов организма целесообразно исключить также катаболическое действие глюкокортикоидов. В связи с этим, описанную функциональную недостаточность глюкокортикоидной функции надпочечников можно рассматривать как один из компонентов этой общей защитной реакции. При этом существенная роль, по-видимому, принадлежит лимбическим структурам, в частности гиппокампу. Как показали венгерские исследователи К. Лишак и Э. Эндрёц [45], эта структура имеет большое значение в механизме внутреннего торможения. Это лишний раз подчеркивает общность механизма, который включается при развитии утомления, и одним из отражений которого является угнетение адренокортикальной активности.

### Заключение

Реакция гипофизарно-аденокортикальной системы при длительной физической нагрузке характеризуется двухфазностью. В начале работы наблюдается фаза усиления аденокортикальной активности, которая при продолжении работы сменяется фазой угнетения ее.

Возникновение при длительной работе понижения содержания кортикоидов в крови обусловлено не только усиленным катаболизмом стероидов, но также и понижением интенсивности продукции их. Оно зависит не от истощения железы, а от недостаточной стимуляции аденокортикальной активности, обусловленной неврогенными факторами. Среди последних существенное значение принадлежит деятельности лимбических структур, в частности активности гиппокампа. Появление второй фазы реакции гипофизарно-аденокортикальной системы можно рассматривать как отражение защитной реакции, имеющей целью предотвращать фатальное истощение ресурсов организма при длительной мышечной работе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Selye, H. The Physiology and Pathology of Exposure to Stress. Montreal. Medical Publ. 1950.
2. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М., Медгиз, 1960.
3. Selye, H. The significance of the adrenal glands for adaptation. — Arch. int. Pharmacodyn. 1937, vol. 55, pp. 431—439.
4. Addison, T. On the constitutional and local effects of the disease of the suprarenal capsules. London, D. Highley 1955.

5. Wilkins, R. B., Carlson, L. D. Qualitative studies of neutral 17-ketosteroids in normal subjects. — *J. clin. Endocr.* 1952, vol. 12, nr. 6, pp. 447—465.
6. Rivoire, M., Rivoire, J., Poujol, M. La fatigue syndrome d'insuffisance surrénale fonctionnelle. — *Presse méd.* 1953, vol. 61, nr. 70, pp. 1431—1433.
7. Thorn, G. W., Jenkins, D., Laidlaw, J. C. The adrenal response to stress in man. — *Recent Progress in Hormone Research* 1953, vol. 8, pp. 171—215.
8. Bugard, P., Henry, M., Plas, F., Chailley-Bert, P. Les corticoids et l'aldostérone dans l'effort prolongé du sportif. — *Rev. path. gén.* 1961, vol. 61, nr. 724, pp. 159—174.
9. Kägi, H. R. Der Einfluß von Muskularbeit auf die Blutkonzentration der Nebennierenrindhormone. — *Helv. med. Acta* 1955, vol. 22, nr. 3, pp. 258—267.
10. Cornil, A., Coster, A. de, Copinschi, G., Frankson, J. R. M., Effect of muscular exercise on the plasma level of cortisol in man. — *Acta endocr.* 1965, vol. 48, nr. 1, pp. 163—168.
11. Виру А. А. Об изменениях экскреции 17-оксикортикоидов во время тренировочных занятий. — *Уч. зап. Тартуского ун-та.* 1971, вып. 267, стр. 3—21.
12. Виру А. А. К вопросу о функциональной устойчивости системы гипоталамус-аденогипофиз — кора надпочечников в старшем школьном возрасте. — 8-я научная конференция по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1967. т. 2, стр. 78.
13. Виру, А. А. К вопросу о развитии дискоординации между работоспособностью двигательного аппарата и приспособляемостью организма при утомлении. — Физиологические механизмы двигательных и вегетативных функций. М., ФизС, 1965, стр. 102—112.
14. Stewart, C. P., Albert-Recht, F., Osman, L. M., The simultaneous fluorometric microdetermination of cortisol and corticosterone in plasma. — *Clin chim. Acta.* 1961, vol. 6, pp. 696—707.
15. Виру А. А., Кырге П. К., Яансон Л. О. О совершенствовании функции коры надпочечников при тренировке. — *Актуальные вопросы физиологии спорта.* Уч. зап. ГОЛИФК им. П. Ф. Лесгафта, Л., вып. 14, стр. 213—219.
16. Viru, A., Akke, H. Effects of muscular work on cortisol and corticosterone content in the blood and adrenals of guinea pigs. — *Acta endocr.* 1969, vol. 62, pp. 385—390.
17. Brodish, H., Long, C. N. H. Changes in blood ACTH under various experimental conditions studied by means of a cross circulation technique. — *Endocrinology*, 1956, vol. 59, nr. 6, pp. 666—676.
18. Long, C. N. H., Bonnycastle, M. F. M. The rate of discharge of adrenocorticotrophic hormone as determined by timed hypophysectomy in the rat. — *Canad. J. Bichem. Physiol.* 1957, vol. 35, nr. 11, pp. 929—922.
19. Knigge, K. M., Penrand, C. H., Schindler, W. J. In vitro and in vivo adrenal corticosteroid Secretion following stress. — *Amer. J. Physiol.* 1959, vol. 196, nr. 3, pp. 579—582.
20. Henkin, R. J., Knigge, K. M. The effects of sounds on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. — *Acta endocr.* 1960, vol. 35, suppl. 51, pp. 39—40.
21. Сааков Б. А., Еремина С. А., Гульянц Э. С., О секреторной деятельности системы гипоталамус-гипофиз-надпочечник при гипотермии. — *Бюлл. эксп. биол.* 1969, т. 67, в. 1, стр. 25—28.
22. Соосаар А. Я. О влиянии умственной нагрузки на деятельность гипоталамусно-адреналовой системы. Автореф дисс. Тарту, 1969.
23. Cleghorn, R. A. Interaction of physiological and psychological processes in adaptation. — *Psychiat. Quart.* 1952, vol. 126, nr. 1, pp. 1—20.
24. Altschule, M. D. *Bodily Physiology in Mental and Emotions Disorders.* New York, Grune a. Stratten, 1953.



25. Гельгорн Э., Луфборроу Д. Эмоции и эмоциональные расстройства. М., 1966.
26. Mason, J. W., Harwood, C. T., Rosenthal, N. Influence of some environmental factors on plasma and urinary 17-hydroxycorticoid levels in the rhesus monkey. — *Amer. J. Physiol.* 1957, vol. 190, nr. 3, pp. 429—433.
27. Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome, E. D., Beck, L. A. A. continuous performance task of brain damage. — *J. Consult. Psychol.* 1956 vol. 20, p. 343.
28. Виру А. А. О предстартовых изменениях в деятельности коры надпочечников. — *Уч. зап. Тартуского ун-та.* 1964, вып. 154, стр. 70—77.
29. Эндрёци Е., Лишак К. Роль ринэнцефалона в активации гипофизарно-адренортикогонадной системы в формировании эмоционального и полового поведения. — *Пробл. эндокрин.* 1961, т. 7, стр. 18—26.
30. Mason, J. W., Nauta, W. J. H., Brady, J. V., Robinson, J. A., Sachar E. J. The role of limbic system structures in the regulation of ACTH secretion. — *Acta neuroveg.* 1961, vol. 23, nr. 1—2, pp. 4—14.
31. Виру А. А. Изменения сопротивляемости организма холоду под влиянием утомления и кортизона. — *Уч. зап. Тартуского ун-та,* 1968, вып. 205, стр. 152—155.
32. Виру А. А. О роли коры надпочечников в понижении сопротивляемости организма при утомлении. — *Биологические науки.* 1970, вып. 6, стр. 32—34.
33. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — *Уч. зап. Тартуского ун-та.* 1964, вып. 154, стр. 78—96.
34. Виру А. А. Данные о деятельности надпочечников при ходьбе на лыжах у студентов с отклонениями от нормального состояния здоровья. — *Уч. зап. Тартуского гос. ун-та* 1968, вып. 205, стр. 147—151.
35. Виру А. А., Экке Х. В. Изменения содержания 11-оксикортикостероидов в крови при физических нагрузках. — *Материалы X Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности.* М., 1968, т. 1, стр. 95—97.
36. Thaddea, S. Nebennierenrinde und Blutdruckregulation. — *Endokrinologie* 1939, Bd. 21, S. 338—345.
37. Golstein, M. S., Ramey, E. R., Levine, R. Relation of muscular fatigue in the adrenalectomized dog to inadequate circulatory adjustment. — *Amer. J. Physiol.* 1950, vol. 163, nr. 3, pp. 561—565.
38. Cleghorn, R. A., Fowler, L. A., Greenwood, W. F., Clark, A. P. W. Pressor responses in healthy adrenalectomized dogs. — *Amer. J. Physiol.* 1950, vol. 161, nr. 1, pp. 21—28.
39. Remington, J. W. Circulatory factors in adrenal crisis in the dog. — *Amer. J. Physiol.* 1951, vol. 165, nr. 2, pp. 306—318.
40. Ramey, E. R., Goldstein, M. S., Levine, R. Actions of no inephrene and adrenal cortical steroids on blood pressure and work performance of adrenalectomized dog. — *Amer. J. Physiol.* 1951, vol. 165, nr. 2, pp. 450—455.
41. Кырге П. К. Водно-электролитный обмен при физической работе и его связь с глюкокортикоидной функцией надпочечников. Автореф. дисс. Тарту, 1969.
42. Kõrge, P., Viru, A. Water and electrolyte metabolism in skeletal muscle of exercising rats. — *J. appl. Physiol.* 1971, vol. 31, no. 1, 1—4.
43. Кырге П. К., Виру, А. А. Деятельность коры надпочечников во время марафонского бега. — *Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности.* Тарту, 1969, стр. 150—169.
44. Яковлев Н. Н. Обмен углеводов и жиров при длительных физических нагрузках в зависимости от состояния центральной нервной системы. — *Укр. б; ох. ж.* 1953, т. 25, в. 3, стр. 259—269.
45. Лишак К., Эндрёци Э. Нейроэндокринная регуляция адаптационной деятельности. Будапешт. Изд. Академии Наук, 1967.

# ADRENOKORTIKAALSE AKTIIVSUSE LANGUS KESTVATEL KEHALISTEL KOORMUSTEL

A. Viru

Resümee

Vaatlustes sportlastel ja loomkatsetes kogutud andmed näitavad, et hüpofüsaar-adrenokortikaalse süsteemi reaktsiooni kestvale kehalisele koormusele iseloomustab kahefaasilisus. Töö algul ilmneb adrenokortikaalse aktiivsuse intensiivistumise faas, millele töö jätkumisel järgneb aktiivsuse depressiooni faas.

Kestval tööl tekkiv kortikoidide sisalduse langus veres pole põhjustatud mitte ainult steroidide intensiivistunud katabolismist, vaid ka nende produktsiooni alanemisest. Viimane on põhjustatud mitte näärmekurnatusest, vaid neurogeensete faktoritega indutseeritud stimulatsiooni pärssumisest. Stimulatsiooni pärssumisel on keskne koht *hippocampuse* aktiivsusel. Hüpofüsaar-adrenokortikaalse süsteemi reaktsioonis teise faasi teket võib käsitleda kui organismi ressursside fataalset purgimist vältiva kaitsereaktsiooni väljendust.

## DECREASE OF THE ADRENOCORTICAL ACTIVITY DURING PROLONGED MUSCULAR WORK

A. Viru

Summary

Data, obtained in observations of sportsmen and animal experiments reveal that the reaction of the pituitary-adrenocortical system to prolonged muscular work is biphasic. The phase of the augmented adrenocortical activity at the beginning of work is followed by the phase of depressed activity.

The decrease of the blood corticoid content during prolonged work is caused not only by the augmented steroid catabolism but also by the lowered corticoid production. The latter is caused by the depressed stimulation. The activity of hippocampus is the main factor in depressed stimulation. The second phase of the pituitary-adrenocortical reaction to the prolonged work can be considered as a defence reaction preventing the fatal depletion of the body resources.

## **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА И АНТИДИУРЕТИ- ЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЫ У ТРЕНИРОВАННЫХ И НЕТРЕНИРОВАННЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Т. П. Сээнэ, П. К. Кырге**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

В поддержании динамического постоянства жидкостей организма важное значение принадлежит гормональным механизмам, в частности антидиуретическому гормону. Первые данные о влиянии экстрактов гипофиза на величину диуреза появилось уже в 1901 году [20]. Более убедительные данные об антидиуретическом эффекте вытяжки из нейрогипофиза были получены Е. Starlig и Е. Verney [28]. Дальнейшие исследования Е. Verney [30], А. G. Ginetzinsky [12] и других ученых выяснили и уточнили механизмы, участвующие в регуляции секреции антидиуретического гормона /АДГ/, а также действие его на почку. Выяснилось, что стимулами поступления в кровь АДГ являются изменения объема и осмотической концентрации плазмы, т. е. изменения тех параметров гомеостаза, которые претерпевают значительные сдвиги во время физической работы. Однако изучению активности АДГ при физической нагрузке посвящены лишь некоторые работы [6, 17], а данных о роли АДГ в регуляции распределения воды и электролитов во время мышечной деятельности в доступной нам литературе найти не удалось. Кроме того, литературные данные об активности АДГ варьируются в широких пределах, что, по всей вероятности, объясняется отсутствием стандартной методики. Для определения АДГ пользуются биологическим и радио-иммунологическим методами. Последний метод применяется успешно при определении ряда гормонов-полипептидов, но в отношении определения АДГ имеются некоторые затруднения [21]. В связи с этим особое значение приобретают биологические тесты исследования антидиуретической активности /АДА/ [25]. В основе этих тестов лежит известная связь между активностью гормона задней доли гипофиза и степенью обратного всасывания воды в дистальных

канальцах или вазопрессорного эффекта этого гормона. В данной работе для определения активности АДГ мы предлагаем модифицированную методику J. Heller [15], которая не нуждается в сложном оборудовании и поэтому применяется почти во всех лабораториях. Другой задачей настоящей работы явилось изучение АДА плазмы крови у спортсменов, а также у животных при физической нагрузке и сопоставление полученных данных с показателями водно-электролитного обмена.

### Методика

**Исследования спортсменов.** Эта серия исследований проведена на 5 спортсменах, тренирующихся в развитии выносливости. Исследуемые выполняли 90-минутную работу на велоэргометре с мощностью 150 W при темпе педалирования 75 об/мин. Венозную кровь для определения АДА брали непосредственно до и после окончания работы. В качестве антикоагулянта применяли изотоничный, относительно плазмы, гепарин. Кровь центрифугировали со скоростью 5000 об/мин. в течение 5 мин., и плазму хранили в холодильнике не более 1 часа до определения АДА.

**Опыты на животных.** Эта серия была проведена на 14 крысах-самках линии Вистар. Животных разделяли на две группы. Животных первой группы предварительно тренировали на третбане 5 раз в неделю, в течение 8 недель. Общий объем тренировок этих животных равнялся 41 км. В контрольную группу у нетренированных крыс входили 3 животных, остальные бегали на третбане до отказа со скоростью 26 м/мин. Непосредственно после нагрузки животных декапитировали и кровь собирали в пробирку, содержащую гепарин. Кроме того брали пробные кусочки миокарда, скелетной мышцы и почки. В плазме крови определяли АДА; в плазме, в миокарде, в скелетной мышце и в почке содержание натрия, калия, хлора и воды. Содержание натрия и калия устанавливали на пламенном фотометре Цейсс III, содержание хлора — методом потенциометрического титрования, а содержание воды — весовым методом. Количество внеклеточной жидкости в мышечных тканях вычисляли по хлоридному пространству.

**Определение АДА плазмы.** Эксперименты проводились на крысах-самках линии Вистар весом 90—140 г с хронической фистулой мочевого пузыря. Животных оперировали под эфирным наркозом не менее чем за четыре дня до тестирования. (J. Heller J. Stulc, 1959). За 18 часов до опыта животных лишали пищи, а воду получали *ad libitum*. В качестве наркоза через желудочный зонд вводили 14%-ный спирт в объеме 3% от веса тела дважды через 30 мин. Спустя 20 мин. через зонд давали водную нагрузку в объеме 2% от веса тела, и крысу укладывали на экспериментальный столик брюшком вниз. В отверстиях стола были вложены

специальные пробирки, позволяющие оценить диурез с точностью 0,05 мл. Количество выделяемой мочи регистрировали через каждые 10 мин. Для компенсации воды, потерянной с мочой, через зонд в желудок вводили соответствующее диурезу количество 1 %-о-го спирта с точностью 0,1 мл. Таким образом у крыс поддерживали наркоз и одновременно постоянный водный баланс. По меньшей мере за 10 мин. диурез достигал 1 мл и разница между тремя последовательными 10-минутными периодами сбора мочи не превышала 0,1 мл. Тогда через фиксированную внутрибрюшную полость иглой вводили 0,2—1 мл исследуемой плазмы. Перед инъекцией плазму, а также вводимые через зонд растворы, нагревали на водной бане при температуре 37°C. После восстановления диуреза иглой вводили стандартный раствор пипутрина в объеме, равном объему вводившейся ранее плазмы. Расчет антидиуретического эффекта /АДЭ/ плазмы у крыс производили планиметрическим путем сравнения площадей антидиуретических реакций, развивавшихся после введения исследуемой плазмы и стандартного раствора с учетом разведения. Таким путем получали АДА плазмы в микроед/мл.

### Результаты исследования

**Исследования спортсменов.** Результаты исследования этой серии приведены в таблице 1.

Таблица 1

Изменения диуреза и АДА плазмы крови во время 90-минутной работы на велоэргометре

Диурез, мл/ч				АДА плазмы, микроед/мл			
до работы	после работы	разница	изменения, %	до работы	после работы	разница	изменения, %
88,7	63,4	—25,3	25,8	1,6	3,1	1,5	133,4
±21,3	±11,69	±20,9	±12,6	±0,36	±0,78	±0,55	±68,7

Примечание: средние данные со стандартной ошибкой

Как видно из данных таблицы 1, длительная работа на велоэргометре сопровождается понижением диуреза и повышением АДА плазмы, но оба сдвига оказались статистически несущественными. Корреляционный анализ не выявил достоверных взаимосвязей между показателями диуреза и АДА плазмы крови.

**Опыты на животных.** Состояния истощения мы фиксировали у тренированных животных в среднем после 150-минутного бега со

скоростью 26 м/мин., а у нетренированных животных уже после 15-минутного бега при той же скорости. Данные об изменениях содержания воды, электролитов и АДГ в плазме крови у тренированных (I группа) и нетренированных (II группа) животных во время длительного напряжения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели водно-электролитного обмена и АДА плазмы крови

Группы животных	Показатели обмена				
	мэкв/л			H <sub>2</sub> O, %	АДА, микроед/мл
	Na	K	Cl		
<b>I Тренированные</b>					
А. Контрольная группа	145,5±0,29	6,00±0,15	110,0±1,53	92,03±0,55	3,56±0,04
Б. Животные после бега до отказа	147,4±0,85	5,72±0,12	108,7±1,31	92,65±0,13	* 14,68±1,03
<b>II Нетренированные</b>					
В. Контрольная группа	144,7±0,88	6,83±0,32	111,6±0,66	92,16±0,13	2,82±1,0
Г. Животные после бега до отказа	140,7±1,88	7,92±0,37	112,0±0,91	92,07±0,16	* 16,0±3,73

Примечание: Данные, статистически существенно отличающиеся от исходных, обозначены знаком \*.

Обозначения групп во всех таблицах идентичны.

Из таблицы 2 видно, что у тренированных животных длительный бег на третбане приводит к незначительному повышению содержания натрия и воды и понижению калия в плазме крови. У нетренированных животных эти показатели имели тенденцию к противоположному изменению. АДА плазмы крови повышалась статистически существенно в обеих группах.

Данные вышеприведенной таблицы свидетельствуют о том, что физическая нагрузка у нетренированных животных сопровождается повышением общего содержания воды в сердечной мышце за счет увеличения жидкости во внеклеточной фазе. У тренированных животных на фоне постоянного общего содержания воды в миокарде отмечалась тенденция к перераспределению воды из внутриклеточного пространства

Таблица 3

## Изменения содержания воды и электролитов в миокарде

Показатель	/H <sub>2</sub> O/т	/H <sub>2</sub> O/з	/H <sub>2</sub> O/н	Na <sub>т</sub>	Na <sub>з</sub>	Na <sub>н</sub>	K <sub>т</sub>	K <sub>з</sub>	K <sub>н</sub>	Cl	$\frac{K_t}{Na_t}$	$\frac{K_n}{Na_n}$	$\frac{Na_z}{Na_n}$	$\frac{K_n}{K_z}$
группа	г/100 г COO			мэкв/100 г COO										
I.														
A.	347,0± 6,50	80,5± 1,32	266,5± 5,62	16,4± 0,23	12,1± 0,26	4,3± 0,14	34,5± 0,29	0,47± 0,01	34,03± 0,29	10,8± 0,14	2,14± 0,05	7,80± 0,23	2,77± 0,13	72,5± 2,08
B.	346,0± 1,54	89,5± 5,18	256,5± 6,65	16,1± 0,53	13,5± 0,78	2,6± 0,28	37,2± 0,34	0,50± 0,03	36,70± 0,33	11,7± 0,63	2,31± 0,07	14,45± 1,53	5,16± 0,81	74,62± 3,63
II.														
B.	338,3± 2,66	68,8± 2,94	269,5± 1,51	13,6± 0,42	10,3± 0,43	3,3± 0,12	34,7± 0,17	0,45± 0,03	34,25± 0,17	9,6± 0,45	2,54± 0,08	10,30± 0,32	3,06± 0,19	75,87± 6,08
Г.	361,0± 6,06	91,1± 3,65	269,9± 3,64	14,5± 0,66	13,2± 0,43	1,3± 0,28	37,9± 0,15	0,69± 0,03	37,21± 0,14	12,3± 0,50	2,75± 0,08	32,80± 6,62	11,49± 2,14	53,6± 1,99

Таблица 4

## Изменение содержания воды и электролитов в скелетной мышце

Показатель	/H <sub>2</sub> O/τ	/H <sub>2</sub> O/э	/H <sub>2</sub> O/и	Na <sub>τ</sub>	Na <sub>э</sub>	Na <sub>и</sub>	K <sub>τ</sub>	K <sub>э</sub>	K <sub>и</sub>	Cl	$\frac{K_{\tau}}{Na_{\tau}}$	$\frac{K_{и}}{Na_{и}}$	$\frac{Na_{э}}{Na_{и}}$	$\frac{K_{и}}{K_{э}}$
Группа	г/100 г СОО			мэкв/100 г СОО										
I.														
A	349,7± 3,71	38,5± 3,09	311,2± 4,32	12,4± 1,75	5,8± 0,49	6,6± 1,26	46,40± 1,17	0,23± 0,023	46,17± 1,15	5,7± 0,37	5,27± 1,10	8,57± 1,12	0,93± 0,12	207,0± 17,78
B	335,0± 6,41	42,9± 1,56	292,1± 7,18	9,3± 0,12	6,4± 0,27	2,9± 0,23 2,88	45,5± 0,13	0,24± 0,004	45,26± 0,17	6,1± 0,15	4,89± 0,07	16,05± 1,31	2,31± 0,28 4,55	191,2± 4,49
II.														
B	333,2± 3,75	39,3± 0,70	293,9± 4,45	6,50± 0,30	5,8± 0,15	0,7± 0,15	45,9± 1,10	0,25± 0,024	45,65± 1,12	5,8± 0,05	7,08± 0,49	74,55± 18,95	9,44± 1,95	180,5± 21,50
Г	370,5± 17,5	57,7± 3,69 4,9	312,8± 14,70	11,8± 1,38 3,75	8,3± 0,45 5,3	3,5± 1,05 2,64	44,0± 1,05	0,44± 0,023 5,9	43,56± 1,06	8,2± 0,49 4,9	3,90± 0,55	24,07± 13,80	4,30± 2,24	99,9± 6,10



во внеклеточное. Аналогичный сдвиг был зарегистрирован и в распределении натрия в миокарде как у тренированных, так и нетренированных животных. Однако у последних содержание натрия вне клеток повышалось частично и за счет повышения общего содержания натрия в миокарде, чего не наблюдалось у тренированных крыс. О повышении в миокарде внеклеточного содержания воды и натрия, в результате перемещения внутриклеточной воды и натрия во внеклеточное пространство при физической нагрузке, свидетельствуют также тесные корреляционные связи между  $[H_2O]_o$  и  $[H_2O]_и$  и  $Na_o$  и  $Na_и$  у тренированных животных (соответственно  $r = -0,84$  и  $r = -0,82$ ) и более слабая связь между  $Na_o$  и  $Na_и$  у нетренированных крыс ( $r = -0,77$ ). Анализ трансмембранных перемещений воды и натрия в скелетной мышце (таблица 4) показал наличие параллелизма в этих сдвигах в сравнении со сдвигами в миокарде в обеих группах. Так, у тренированных животных при незначительном понижении общего содержания воды в скелетной мышце наблюдалась тенденция к понижению интрацеллюлярного и повышению экстрацеллюлярного содержания воды. Изменения общего содержания в тканях у тренированных крыс зависели главным образом от содержания воды внутри клеток. Процент сухого остатка ткани у этих животных коррелировался в виде отрицательной корреляции интрацеллюлярным содержанием воды в скелетной мышце ( $r = -0,96$ ) и в миокарде ( $r = 0,73$ ). У нетренированных животных мышечная работа сопровождается повышением гидратации тканей главным образом за счет внеклеточной и в меньшей степени — внутриклеточной фазы жидкости. Об этом свидетельствует статистически существенное повышение содержания воды в экстрацеллюлярном пространстве при незначительном повышении содержания воды внутри клеток в обеих тканях. Однако достоверная положительная связь ( $r = 0,87$ ) между общим и внутриклеточным содержанием воды в скелетной мышце нетренированных животных указывает на возможность развития внутриклеточного отека у этих животных при нарастании гидратации мышечной ткани во время работы.

### Обсуждение результатов

По общепринятой точке зрения физические нагрузки, особенно длительные нагрузки, обуславливающие значительную дегидратацию организма, сопровождаются понижением диуреза. Причиной снижения диуреза при физической работе может служить сокращение кровоснабжения почек с последующим уменьшением скорости клубочковой фильтрации [9, 31, 32], а также изменения дистальной реабсорбции воды. Понижение экскреции воды в условиях усиленного выделения воды экстраренальным путем (т. е.

через потовые железы и органы дыхания) нужно рассматривать, как реакцию для поддержания гомеостаза. В реакции, которая направлена на сохранение жизненно важных пространств жидкостей на оптимальном уровне, важное значение принадлежит гормональным механизмам. Учитывая роль антидиуретического гормона в регуляции объема и осмотического давления внеклеточной жидкости, можно предположить, что в связи со сгущением крови и нарастанием в ней содержания осмотически активных веществ, секреция АДГ при физической нагрузке повышается. Это предположение подтверждается данными о повышенной антидиуретической активности плазмы взятой у спортсменов после физической нагрузки [6, 17]. Экспериментами S. Kozłowski и др. [17] установлено, что нарастание АДА крови при физической работе является результатом повышенной секреции гормона нейрогипофизом и не связано с уменьшением его инактивации и ренальной элиминацией. Однако результатами настоящего и наших предыдущих исследований [1] было показано, что длительная работа на велоэргометре, несмотря на значительную дегидратацию организма ( $1,74 \pm 0,08\%$  от веса тела), не приводит к существенному понижению диуреза. При этом АДА плазмы повышается. Отсутствие взаимосвязи изменений АДА крови и диуреза позволяет предполагать, что ренальная экскреция воды при данной нагрузке контролируется не только антидиуретической системой, но и другими гормональными и гемодинамическими факторами. В литературе имеются данные о закономерном повышении диуреза при работе на велоэргометре с повышающимися нагрузками до отказа. По мнению авторов [3], повышение диуреза во время физической работы характерно для тренированных спортсменов и связано с особенностью функционирования у них кининной системы. У нетренированных людей физическая нагрузка приводит к понижению экскреции воды и кининов, что, по всей вероятности, сопровождается меньшим участием кининов в регуляции сосудистого тонуса и проницаемости. Хотя эти результаты не раскрывают причины отсутствия антидиуреза при длительной физической работе, изучение кининной системы в этих условиях может служить надежным методом при исследовании регуляции водного обмена у спортсменов.

На основании полученных нами и литературных данных создается впечатление, что деятельность механизмов регулирующих водный баланс в организме при физической нагрузке прежде всего зависит от объема экстрацеллюлярной жидкости и наоборот. По данным K. P. Schüller [26], у тренированных спортсменов внутрисосудистый объем в значительной степени поддерживается на постоянном уровне даже при потере больших количеств жидкости с потом во время физической работы. Повышение диуреза при физической нагрузке на фоне уменьшения содержания воды

во внеклеточном пространстве вряд ли является благоприятным сдвигом и характеризует состояние тренированности. Понижение содержания воды в плазме крови компенсируется транскапиллярным сдвигом воды из интерстициальной жидкости, которая рассматривается как объемный буфер внутрисосудистого пространства. С другой стороны, постоянство внутриклеточной жидкости обеспечивается за счет внеклеточной фазы жидкости. В регуляции названной транслокации воды, кроме осмотического, онкотического и гидростатического факторов и чисто структурных изменений, принимают участие и гормональные механизмы. Исследованиями многих авторов было доказано участие всех основных кортикостероидов в регуляции водно-электролитного равновесия. При этом оказалось, что в регуляции распределения воды и электролитов между водными пространствами организма наиболее активно участвуют глюкокортикоиды [29, 2, 4]. Последние, как известно из фундаментальных исследований Н. Selye [27], играют значительную роль в поддержании гомеостаза, в частности водно-электролитного равновесия при стрессовых состояниях. Выявленные нами корреляции между глюкокортикоидной активностью коры надпочечников и содержанием воды и натрия во вне- и внутриклеточных пространствах в сердечной [19] и скелетной [18] мышцах косвенно указывают на регулирующее влияние глюкокортикоидов при трансмембранных переходах воды и натрия также во время физической нагрузки. Однако участие АДГ в регуляции обмена воды и электролитов через клеточные и капиллярные мембраны (за исключением почек) изучено еще недостаточно. Этот гормон является известным вазоконстриктором, суживая кроме артериол и вены [10]. Эксперименты с интраартериальной и интравенозной инфузией АДГ показывают, что в результате неравномерного изменения резистентности артериол и маленьких вен, объем крови и давление в капиллярах изменяется, что, в свою очередь, может влиять на скорость фильтрации [14, 16]. Однако инфузия АДГ в условиях постоянного артериального притока не влияла на трансмембранное движение воды [11], что согласуется более ранними данными F. Haddy и др. [13]. С другой стороны, эти данные не исключают возможности регуляции объема внеклеточной жидкости во время физической работы, осуществляемой частично за счет повышенной секреции АДГ. В наших опытах это относится в первую очередь к тренированным животным, которые, несмотря на дегидратацию мышечной ткани, смогли в течение длительного бега поддерживать внеклеточный объем жидкости на повышенном уровне. При этом на возможность регулирующей роли АДГ указывают также положительная корреляция между антидиуретической активностью плазмы и содержанием воды и натрия во внеклеточном пространстве миокарда (соответственно  $r=0,71$  и  $r=0,72$ ).

Содержание воды в клетках скелетных мышц имело у трениро-

ванных животных тенденцию к понижению, а нетренированных животных — к повышению. Длительные физические нагрузки, как правило, сопровождаются существенным использованием гликогеновых резервов как в миокарде [23], так и в скелетных мышцах [5]. Учитывая, что каждый грамм глюкогена связан 2—4 граммами воды [24, 22], можно приблизительно вычислить количество воды, образовавшееся в результате метаболизма глюкогена.

В дальнейшем на эту воду влияют, по-видимому, многие факторы. Одним из факторов, способствующих развитию внутриклеточного отека, является нарастание осмотически активных веществ в клетках. По данным J. Bergström и др. [7], внутриклеточное содержание воды повышается в скелетных мышцах в результате осмотического эффекта, продуцируемого в работающих мышцах. При этом, благодаря нарастанию внутриклеточного ацидоза, происходит сдвиг Na в клетки, отмеченный у наших нетренированных животных. В тренированном организме сдвиг pH в кислую сторону менее выражен [8] что, по всей вероятности, сопровождается более умеренным накоплением воды в мышечных клетках во время работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виру А., Кырге П., Сээне Т., Окс М. Адренокортикальная регуляция обмена воды, электролитов и углеводов при длительной физической работе. Мат. XIII респ. научно-метод. конф. Тарту, 1971, стр. 49—52.
2. Гарина И. А., Таляпина В. Г. Влияние введения кортикостерона на соотношение концентраций натрия и калия во вне- и внутриклеточном пространстве скелетных мышц крыс. — Пробл. эндокрин. 1969, 3, стр. 93—97.
3. Ланцберг Л. А., Некрасова А. А. Кинниная система крови и почек при физической нагрузке. — Теория и практика физ. культ. 1970, 11, стр. 28—30.
4. Чудновский Г. С. Физиологические механизмы участия альдостерона и гидрокортизона в регуляции водно-солевого гомеостаза. В кн.: Альдостерон и водно-солевой гомеостаз. Мат. симпозиума. Новосибирск, 1968, стр. 63—65.
5. Ahlborg, B. J., Bergström, L.-G. Ekelund, Hultman, E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. Acta physiol. scand. 1967, 70, 129—142.
6. Baisset, A., Montastrue, P. Augmentation de la secretion antidiurétique apres courses de 100, 400 et 1000 metres. Med. Educ. Phys. et Sport. 1962, 31, 119—126.
7. Bergström, J., Guarneri, G., Hultman, E. Carbohydrate metabolism and electrolyte changes in human muscle tissue during heavy work. J. appl. Physiol. 1971, 30, 122—125.
8. Cobb, A., Short, F. A., Smith, H. Inhibition of lactate production in exercise — trained muscle. Symposium International sur la Biochemie de l'effort. Bruxelles 1968, 18.
9. Covian, F. G., Rehberg, P. B. Über der Nierenfunktion während schwerer Muskularbeit. Skand. Arch. Physiol. 1936, 75, 21—37.
10. Diana, J., Masden, R. Effect of vasopressin infusion and sciatic nerve stimulation in isolated dog. hindlimb. Am. J. Physiol. 1965, 209, 390—396

11. Diana, J. N., Colantino, R., Haddy, F. J. Transcapillary fluid movement during vasopression and bradykinin infusion. *Am. J. Physiol.* 1967, 212, 456—465.
12. Ginetzinsky, A. G. Role of hyaluronidase in the reabsorption of water in renal tubules. [The mechanism of action of the antidiuretic hormone] *Nature* 1958, 182, 1218.
13. Haddy, F., Molnar, J., Campbell, R. Effects of denervation and vasoactive agents on vascular pressures and weight of the forelimb. *Am. J. Physiol.* 1961, 201, 631—638.
14. Hartman, F., Evans, J., Walker, H. Control of capillaries of skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 1929, 90, 668—688.
15. Heller, J., Stulc, J. Physiologies of the antidiuretic hormone. A. Simple titration method. *Physiol. bohemoslov.* 1959, 8, 558—564.
16. Kolls, A., Geiling, E. Contribution to the pharmacology of extracts of the posterior lobe of the pituitary gland. *J. Pharmacol. Exptl. Therap.* 1924, 24, 67—81.
17. Kozłowski, S., Szepanska, E., Zielinski, A. The hypothalamo — hypophyseal antidiuretic system in physical exercise. *Erch. Intern. Physiol. Biochim.* 1967, 75, 218—228.
18. Kōrge, P., Viru, A. Water and electrolyte metabolism in Skeletal muscle of exercising rats. *J. Appl. Physiol.* 1971, 31, 1—4.
19. Kōrge, P., Viru, A. Water and electrolyte metabolism in myocardium of exercising rats. *J. Appl. Physiol.* 1971, 31, 5—7.
20. Magnus, R., Schäfer, E. A. The action of pituitary extracts upon the Kidney. *J. Physiol.* 1901, 27, 9.
21. Miller, M., Moses, A. M. Radioimmunoassay of vasopressin with a comparison of immunological and biological activity in the rat posterior pituitary. *Endocrinology* 1969, 84, 557—562.
22. Olsson, K.-E. Total body water and turn over rate of water. Stockholm, 1970.
23. Poland, J. L., Blount, D. H. The effects of training on myocardial metabolism. *Proc. Soc. Exptl. Biol. med.* 1968, 129, 171—174.
24. Puckett, H. L., Willy, F. H. The relation of glycogen to water storage in the liver. *J. biol. Chem.* 1932, 96, 367—371.
25. Sawyer, W. H., Mills, E. *Neuroendocrinology*. ed. by L. Martin W. F. Ganong. vol. 1. Academic Press. N-Y, 1966, 187.
26. Schüller, K. P. Rotes Blutbild und Blutvolumen beim Sportler. *Med. u. Sport* 1970, 10, 102—111.
27. Selye, H. The physiology and pathology of exposure to stress. Montreal. acta Inc. 1950.
28. Sterling, E., Verney, E. The secretion of urine as studied on the isolated kidney. *Proc. Roy. Soc. London. Ser. B.* 1925, 97, 321.
29. Swingle, W. W., Davanzo, I. P., Glenister, D., Grossfield, H. G., Wagle, G. Role of gluco — and mineralocorticoids in salt and water metabolism of adrenalectomized dogs. *Am. J. Physiol.* 1959, 196, 283—286.
30. Verney, E. B. The antidiuretic hormone and the factors which determine its release. Croonian Lecture, *Proc. Roy. Soc. London. Ser. B.* 1947, 135, 25.
31. Wesson, L. G. Kidney function in exercise. In: *Science and medicine of exercise and sports*. Ed. by W. R. Johnson. New-York, 1960, 270—284.
32. White, H. L., Rolf, D. Effects of exercise and of some other influences on the renal circulation in man. *Am. J. Physiol.* 1948, 152, 505—516.

# VEE JA ELEKTROLUÜTIDE NING PLASMA ANTIDIUREETILISE AKTIIVSUSE MUUTUSED TREENITUD JA TREENIMATA KATSELOOMADEL PIKAAJALISE KEHALISE TÖÖ AJAL

T. Seene, P. Kõrge

## Resüme

Organismi veebilansi dünaamilist tasakaalu aitavad säilitada hormonaalsed mehhanismid, eelkõige antidiureetiline hormoon (ADH).

Käesolevas töös uuriti ADH-aktiivsuse muutusi kehalise pingutuse ajal ja ADH toimet vee ja elektrolüütide ainevahetusele kehalise töö ajal. Plasma antidiureetiline aktiivsus (ADA) määrati J. Helleri meetodika järgi, mida meie poolt modifitseeriti. Katseid tehti 14 isase Wistar-liini rotiga ja 5 kõrget sportlikku kvalifikatsiooni omava sportlasega. Sportlastel, kes töötasid veloergomeetril võimsusega 150 W ja pedaleerimiskiirusega 75 pööret/min. 90 minuti jooksul, registreeriti plasma ADA ja diureesi muutused. Treenitud katseloomal määrati plasma ADA, Na, K ja Cl kontsentratsioon ning vee-, Na- ja K-sisalduse muutused südame ja skeletilihase rakuvälises ja rakusiseses ruumis enne (3 loomal) ja vahetult pärast 2 tunni ja 30-minutilist pingutust (4 loomal). Treenimata katseloomade rühmas määrati samad näitajad 3 kontrollloomal ja 4 loomal vahetult pärast 15-minutilist jooksu. Jooksukiirus mõlemal rühmal oli 26 m/min.

Kehaline pingutus tõstis plasma ADA-d. Nii oli sportlastel plasma ADA pärast 90/min. tööd veloergomeetril tõusnud 1,60 mikroühikult/ml 3,10 mikroühikuni/ml. Treenitud rottidel suurenes mainitud näitaja 3,56 mikroühikult/ml 14,68 mikroühikule/ml ja treenimatutel 2,82 mikroühikelt/ml 16,0 mikroühikule/ml.

ADH võimalikule regulatiivsele osale rakuvälise vedelikuruumi säilitamisel pikaajalise kehalise töö puhul viitavad meie poolt saadud korrelatiivsed seosed plasma ADA ja rakuvälise vee ning Na-sisalduse vahel (vastavalt  $r=0,71$  ja  $r=0,72$ ). Treenitud loomadel säilib rakuvälise vedeliku maht ka pärast kehtvat kehalist pingutust, hoolimata üldisest koe veesisalduse vähenemisest.

# THE EFFECT OF PROLONGED EXERTION ON THE WATER AND ELECTROLYTE METABOLISM AND ANTIDIURETIC ACTIVITY OF PLASMA IN TRAINED AND UNTRAINED RATS

T. Seene, P. Korge

## Summary

Data on the antidiuretic activity (ADA) of the blood plasma of man and rats after physical work are presented and results compared with the water and electrolyte changes.

Experiments were performed on 5 sportsmen and on 14 wistar strain male rats. Sportsmen performed 90 min. work on the bicycle ergometer (150 W, 75 rotations per min.). 7 rats were previously trained by running on the treadmill 5 times a week during 8 weeks (the total distance being 41 km).

The average ADA of 1 ml plasma before physical work was equivalent to 1.60 microunits of pituitrin in man, and 3.10 microunits after physical work. The ADA of the plasma of rats equalled 3.56 microunits/ml in trained rats and 2.82 microunits/ml in untrained rats. In the trained rats the plasma ADA increased after running until exhaustion (at a speed of 26 m/min. for 150 min.) to 14.68 microunits/ml. In the untrained rats after running until exhaustion at the same speed the plasma ADA increased to 16.00 microunits/ml. In the trained rats after the exertion the plasma ADA correlated with the sodium and water content in the extracellular compartment ( $r=0.71$  and  $0.72$  correspondingly).

## **ИЗМЕНЕНИЕ УГЛЕВОДНОГО, ЖИРОВОГО И ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ СТАНДАРТНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

**П. К. Кырге, М. А. Вайкмаа, Т. П. Сээне**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности

Приспособление организма к физической нагрузке, несомненно, отражается в многочисленных биохимических реакциях, происходящих во время работы и лежащих в основе всех функциональных перестроек. По общепринятой точке зрения Н. Н. Яковлева [1], эти биохимические реакции строго специфичны и зависят от характера физических нагрузок. В настоящее время многие благоприятные и неблагоприятные сдвиги при обмене веществ хорошо представлены в литературе. Понижение концентрации глюкозы в плазме крови, в связи с усиленной утилизацией ее мышцами во время длительной работы, является известным фактором понижающим работоспособность организма [2]. При этом тренированный организм использует свои энергетические ресурсы более полно и экономно, благодаря чему нормальное снабжение энергией работающих органов сохраняется дольше. Хорошо также известно отрицательное влияние на работоспособность организма нарушения электролитного обмена, которое, по мнению А. Г. Дембо [3], является одной из причин вызывающих развитие электрокардиографического синдрома хронического перенапряжения миокарда у спортсменов. Однако самым информативным является комплексное исследование водно-электролитного, углеводного и жирового обмена, так как эти обменные секторы тесно взаимосвязаны. Так увеличение окисления жирных кислот во время работы тормозит окисление глюкозы, транспорт ее через клеточные мембраны и окисление пировата [4]. Повышение уровня сахара в крови, которое во время работы легко достигается чрезмерным применением глюкозы на дистанции, ведет к понижению концентрации свободных жирных кислот в крови и в худшем случае — к гипокалиемии [5].

Учитывая вышеприведенное, в настоящей работе предпринята



### Изменения водно-электролитного и углеводного обмена при 90-минутной

Показатель Время определения	Дегидратация, %	Диурез, мл/час	Моча	
			мэкв/л	
			Na	K
1	2	3	4	5
До нагрузки	—	37,7±3,87	156,8±2,09	55,5±9,21
После нагрузки	1,74±0,08	32,4±4,67	134,9±1,51	103,2±6,74

Примечание: все результаты в таблице 1 даны как средние со

\* разница, имеющая статистическое значение, в отличие от исходных.

попытка уточнить влияние длительной физической нагрузки на водно-электролитный, углеводный и жировой обмен у спортсменов, не имеющих высокой спортивной квалификации.

### Методика

Исследования проводились на 18 спортсменах в возрасте 18—27 лет, среди которых были бегуны на средние и длинные дистанции, борцы и баскетболисты. Большинство из них имело второй спортивный разряд. Все обследованные разделились на две группы. Физической нагрузкой для первой группы (12 человек) являлась 90-минутная работа на велоэргометре с мощностью 150 W. Эти наблюдения были проведены во второй половине дня и при этом исследуемые предварительно в течение 3—4 часов не ели и не пили. Степень дегидратации организма определяли с точностью  $\pm 100$  г по разнице веса до и после нагрузки. Мочу для определения диуреза содержания натрия и калия собирали в течение 1—2 часов до нагрузки и вторую пробу брали непосредственно после нагрузки.

Второй группе (6 человек) предлагали работу при той же мощности утром от 7.30 до 8.30 натощак. Исследуемые этой группы являлись участниками учебно-тренировочного сбора и предварительно находились на смешанном питании.

Венозную кровь для исследований брали непосредственно до и после окончания 90-минутной работы, а во время 60-минутной работы еще на 20-й и 40-й минуте. В крови определяли содержание сахара по методу Fujita и Iwatake [6]. В плазме крови определяли содержание натрия и калия методом пламенной фотометрии, содержание воды — путем высушивания плазмы при 100 °C.

H <sub>2</sub> O, %	Плазма		Сахар в крови, мг%
	мэкв/л		
	Na	K	
6	7	8	9
91,10±0,18	150,0±3,57	4,48±0,16	93,0±5,43
* 90,10±0,16	150,2±2,40	4,95±0,18	84,2±3,00

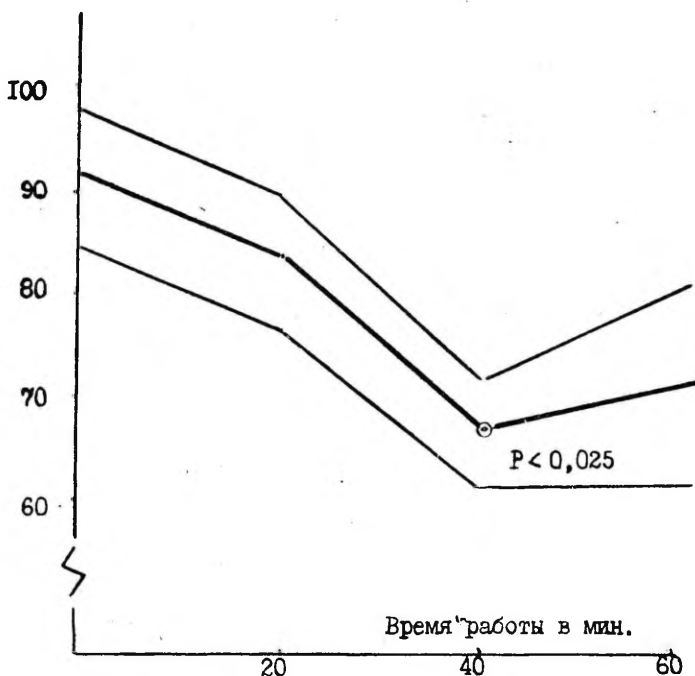
стандартной ошибкой;

до постоянного веса, и во второй серии — концентрацию свободных жирных кислот по методу V. P. Dole [7].

### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты первой серии исследований приведены в таблице 1. Полученные нами данные указывают, что во время длительной работы потребление глюкозы крови возрастало. Но статистически существенное понижение концентрации сахара в крови мы наблюдали только при 60-минутной работе, которая, как правило, совершалась после 12-часового голодания (рис. 1). Органом, снабжающим кровь, глюкозой является печень. По данным E. Hultman [8], во время длительной работы содержание глюкозы в печеночной вене и интенсивность ее секреции из печени постепенно возрастает, несмотря на одновременное понижение кровообращения печени. Но глюкозы, освобождаемой в печени на 90-ой минуте работы на велоэргометре с мощностью 400 кгм/мин, около 300 мг/мин, и она не может покрыть количества углеводов, потребляемого мышцами во время работы. Последний вывод сделан на основании определения газообмена, он хорошо согласуется с данными, полученными при определении содержания гликогена в работающих мышцах [9]. По данным многих авторов [9, 10, 11], при усиленной физической работе резервы гликогена в работающих мышцах почти полностью истощаются, что является лимитирующим работоспособность организма фактором.

Таким же фактором, несомненно, является и уровень гликемии [2]. Изменения уровня гликемии при мышечной работе зависят от эмоциональности, напряжения, тяжести и длительности его [1]. Наши наблюдения не были связаны с эмоциональным возбужде-



Р и с. 1. Изменения в концентрации сахара в крови (мг%) во время 60-мин. работы (средние данные со стандартной ошибкой)  
 ⊙ — данные, которые статистически существенно отличаются от исходных.

нием, что, по-видимому, способствовало понижению уровня сахара в крови. Однако шведскими исследователями [12] была установлена зависимость между изменением уровня гликемии во время работы и характером питания. Оказалось, что после 60-минутной работы на велоэргометре содержание глюкозы в крови понижалось намного меньше у лиц, находящихся на смешанном и преимущественно углеводном питании, чем на белковой диете. Наши данные об изменениях содержания глюкозы в крови при 60-минутной работе хорошо согласуются с результатами, полученными J. Bergström и др. [12] у спортсменов, которые работали утром натощак и предварительно питались преимущественно углеводами. Влияние диеты на значение углеводов и жиров в энергетическом обмене работающего организма указывали уже в 1939 году E. H. Christensen и O. Hansen [13].

Хотя после смешанной и углеводной диеты во время длительной работы получают большие показатели PQ [12], все же измене-

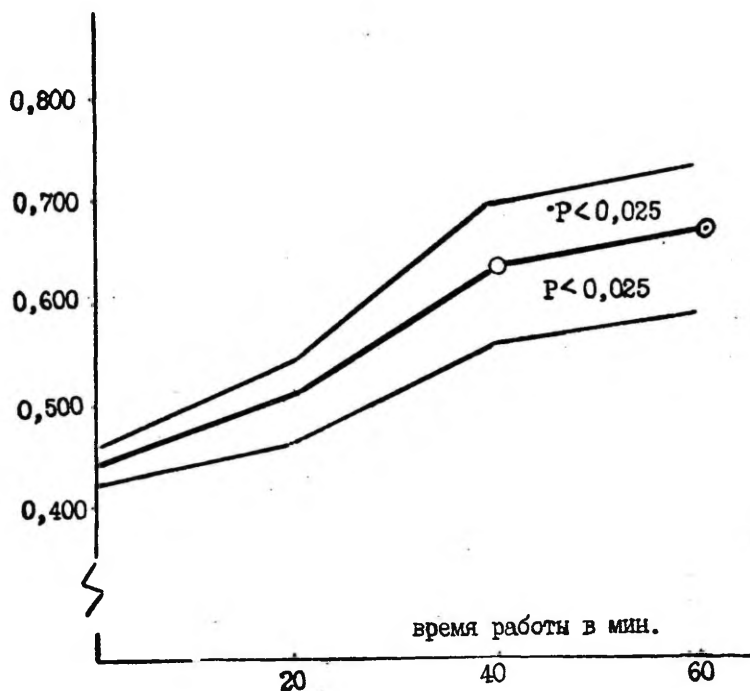


Рис. 2. Изменения в концентрации свободных жирных кислот в плазме крови (мэкв/л.) во время 60-мин. работы (средние данные со стандартной ошибкой).

ния последнего указывают на значительное потребление жиров. В течение 60-минутной работы нами было зарегистрировано постепенное повышение концентрации свободных жирных кислот в плазме крови. Во второй половине работы этот сдвиг оказался статистически существенным (рис. 2). Данные литературы показывают, что во время кратковременной физической работы концентрация свободных жирных кислот в плазме крови понижается [14, 15], но при длительности работы более 2—15 мин. она снова повышается [16, 17].

Закономерное повышение концентрации свободных жирных кислот и глицерина в плазме крови при длительной физической работе [16, 17, 18] свидетельствует о том, что мобилизация свободных жирных кислот происходит за счет гидролиза триглицеридов в жировой ткани. В связи с тем, что катехоламины являются мощными мобилизаторами свободных жирных кислот [19, 20], увеличение содержания последних в плазме крови во время

физического напряжения многими авторами [17, 21, 22] объясняется повышением активности симпато-адреналовой системы. Судя по уровню катехоламинов в плазме крови и экскреции их с мочой, активность симпато-адреналовой системы во время работы повышается [23, 24]. Удаление надпочечников не препятствует повышенной мобилизации свободных жирных кислот во время работы, что, по всей вероятности, обусловлено выделением норадреналина в окончаниях симпатических нервов [25]. Потребление свободных жирных кислот работающими мышцами возрастает пропорционально увеличению этих веществ в плазме и при работе в устойчивом состоянии они являются главными источниками энергии [15, 17, 26]. На основании этих данных, повышенную концентрацию свободных жирных кислот в плазме крови у наших исследуемых можно рассматривать как реакцию, направленную на поддержание энергетического баланса во время длительной работы.

Во время 90-минутной работы проявлялась тенденция к повышению концентрации калия в плазме крови. Данные, полученные до, во время и непосредственно после 60-минутной работы (табл. 2), показывают, что под влиянием используемой нагрузки содержание натрия и калия в плазме крови статистически существенно повышается.

Таблица 2

Показатели электролитного обмена при 60-минутной работе на велоэргометре

Показатель	Плазма мэкв/л	
	Na	K
До нагрузки	$132,6 \pm 0,64$	$3,95 \pm 0,086$
На 20-ой мин.	$135,6 \pm 1,21$	$4,71^* \pm 0,183$
На 40-ой мин.	$136,7^* \pm 1,14$	$4,75^* \pm 0,214$
После нагрузки	$138,0^* \pm 1,35$	$4,60^* \pm 0,196$

Эти результаты сходны с наблюдениями ряда авторов [9, 27, 28] указывающих, что концентрация названных электролитов в плазме крови при физической работе повышается. Одной из причин повышения содержания электролитов и осмолярности плазмы следует считать дегидратацию организма, развивающуюся преимущественно за счет уменьшения содержания воды в плазме [29]. Во время 90-минутной работы содержание воды в плазме существ-

венно уменьшалось, что вместе с увеличением при этом показателя гематокрита, указывает на относительное снижение объема плазмы. Но установленные нами сдвиги в содержании электролитов в плазме нельзя объяснить только изменением содержания воды в плазме. Так, при понижении содержания воды в плазме наблюдаются разнонаправленные сдвиги в концентрации натрия и калия [30]. Данные F. A. Sreter [31] свидетельствуют о том, что увеличенное после длительной нагрузки гематокритное число нормализуется только в течение суток, а возникающие при этой же нагрузке изменения концентрации электролитов — в течение нескольких минут. Поэтому сдвиги, происходящие во время работы в содержании электролитов в плазме, можно частично объяснить трансмембранными и чрезкапиллярными переходами электролитов. Эта точка зрения в значительной мере подтверждается экспериментами на животных [30]. Учитывая потери калия с потом, где его концентрация несколько выше чем в плазме [30], а также выделение калия почками, представляется нереальным, что уровень калия в плазме во время длительной работы мог поддерживаться без выхода его из клеток. D. Grob и др. [32] на основании артерио-венозной разницы в концентрации калия в плазме крови считают, что увеличение концентрации этого электролита в плазме при физической работе происходит за счет выхода его из работающих мышц. Но данные, полученные при прямом определении содержания калия в работающих скелетных мышцах, противоречивы, они говорят как о понижении [33], так и о неизменности [34] или даже повышении [35] концентрации этого катиона. Вполне возможно, что увеличение концентрации калия в плазме объясняется высвобождением калия из печени в результате оживления в ней гликогенолиза при мышечной работе. Об этом свидетельствует параллельное повышение концентрации калия и глюкозы в печеночной вене у людей [8], а также понижение содержания калия и гликогена в печени у экспериментальных животных [36] при длительной физической работе. Повышение уровня калия в плазме крови происходит в начале работы. Во время работы в устойчивом состоянии достигнутая в начале работы повышенная концентрация калия держится на постоянном уровне. Эти результаты хорошо согласуются с данными других авторов и необходимо отметить, что названный сдвиг калия после работы довольно быстро выравнивается [9, 30]. В то же время концентрация натрия в плазме крови постепенно повышается, что, на наш взгляд, происходит главным образом в результате сгущения крови.

### Выводы

1. При длительной работе у спортсменов, работающих натов-  
щак, в устойчивом состоянии в крови наблюдаются разнонаправ-

ленные сдвиги в концентрации свободных жирных кислот и глюкозы, т. е. содержание свободных жирных кислот в плазме крови постепенно повышается, а содержание глюкозы в крови понижается.

2. При длительной физической работе концентрация К в плазме крови увеличивается в основном в начале работы, но при продолжении ее остается неизменной, тогда как концентрация Na повышается постепенно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев Н. Н., Коробков А. В., Янанис С. В. Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. М., 1957.
2. Лившиц А. И. Сахар крови и расход углеводов при длительных спортивных упражнениях. В кн.: Исследования по физиологии выносливости. М.-Л., 1949, стр. 74.
3. Дембо А. Г. Перенапряжение сердца у спортсменов. В кн.: Сердце и спорт. Под ред. В. Л. Карпмана и Г. М. Куколевского. М., 1968, стр. 427—465.
4. Randla, P. J., Garland, P. B., Hales, C. N., Newsholme, R. A., Denton, R. M., Pogson, C. L. Interactions of metabolism and the physiological role of insulin. *Rec. Progr. Hormone Res.* 1966, 22, 1—48.
5. Правосудов В. П. Обмен электролитов и характер изменений ЭКГ при выполнении физических нагрузок. *Мат. XIV Всесоюз. конф. по спорт. мед.* М., 1965, 83—84.
6. Fujita, A., Iwatake, D. Bestimmung des echten Blutzuckers ohne Hefe. *Biochem. Ztschr.*, 1931, 24, 242.
7. Dole, V. P., Meinertz, H. Microdetermination of long-chain fatty acids in plasma and tissues. *J. biol. Chem.*, 1960, 235, 2595—2599.
8. Hultman, E. Blood circulation in the liver under physiological and pathological conditions. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1966 18 suppl, 1966, 92, 27—41.
9. Ahlborg, B., Bergström, J., Ekelund, L.-G., Hultman, E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. *Acta physiol scand.* 1967, 70, 129—142.
10. Bergström, J., Hultman, E. The effect of exercise on muscle glycogen and electrolytes in normals. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1966, 18, 16—20.
11. Hermansen, L., Hultman, E., Saltin, B. Muscle glycogen during prolonged severe exercise. *Acta physiol. Scand.* 1967, 71, 129—139.
12. Bergström, J., Hermansen, L., Hultman, E., Saltin, B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta physiol. Scand.* 1967, 71, 140—150.
13. Christensen, E. H., Hansen, O. Arbeitsfähigkeit und Ernährung. *Skand. Arch. Physiol.* 1939, 81, 160—171.
14. Carlson, L. A., Pernow, B. Studies on blood lipids during exercise. I Arterial and venous plasma concentrations of unesterified fatty acids. *J. Lab. Clin. Med.* 1959, 53, 833—841.
15. Friedberg, S. J., Harlan, W. R., Trout, D. L., Estes, E. H. The effect of exercise on the concentration and turnover of plasma non-esterified fatty acids. *J. Clin. Invest.* 1960, 39, 215—220.
16. Carlson, L. A., Pernow, B. Studies on blood lipids during exercise. II The arterial plasma free fatty acids concentration during and after exercise and its regulation. *J. Lab. clin. Med.* 1961, 58, 673—681.

17. Havel, R. J., Naimark, A., Borchgrevink, C. F. Turnover rate and oxidation of free fatty acids of blood plasma in man during exercise. Studies during continuous infusion of palmitate — 1 — C<sup>14</sup>. *J. Clin. Invest* 1963, 42, 1054—1063.
18. Friedberg, S. J., Sher, P. B., Bogdonoff, M. D., Estes, E. H. The dynamics of plasma free fatty acid metabolism during exercise. *J. Lipid. Res.* 1963, 4, 34—38.
19. Havel, R. J., Galdien, A. The role of sympathetic nervous system in the metabolism of free fatty acids. *J. Lipid. Res.* 1959, 1, 102—108.
20. Shafir, E., Sussman, K. E., Steinberg, D. Role of the pituitary and adrenal in the mobilization of free fatty acids and lipoproteins. *J. Lipid. Res.* 1960, 1, 459—465.
21. Havel, R. J., Carlson, L. A., Ekelund, L. G., Holmgren, A. Turnover rate and oxidation of different free fatty acids in man during exercise. *J. Appl. Physiol.* 1964, 19, 613—618.
22. Gollnick, P. D. Exercise, adrenergic blockage and free fatty acid mobilization. *Am. J. Physiol.* 1967, 213, 734—738.
23. Vendsalu, A. Studies on adrenaline and noradrenaline in human plasma. *Acta physiol. scand. suppl.* 1960, 49, 173.
24. Von Euler, U. S., Hellner, S. Excretion of noradrenaline and adrenaline in muscular work. *Acta physiol. Scand.* 1952, 26, 183—191.
25. Basu, A., Passmore, R., Strong, J. A. The effect of exercise on the level of nonesterified fatty acids in the blood. *Quart. J. Exptl. Physiol.* 1960, 45, 312—317.
26. Issekutz, B., Miller, H.-I., Paul, P., Rodahl, K. Source of fat oxidation in exercising dogs. *Am. J. Physiol.* 1964, 207, 583—589.
27. Åstrand, P. O., Saltin, B. Plasma and red cell volume after prolonged severe exercise. *J. appl. Physiol.* 1964, 19, 829—832.
28. Васильцева Я. С., Филиппус А. Н. Содержание электролитов в плазме и эритроцитах у спортсменов. *Мат. IX Всесоюзной конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности.* М., 1966, I стр. 55—56.
29. Гинецинский А. Г. Физиологические механизмы водно-солевого равновесия. М.-Л., 1964.
30. Кыргы П. К. Водно-электролитный обмен при физической работе и его связь с глюкокортикоидной функцией надпочечников. Автореф., Тарту, 1969.
31. Sreter, F. A. The effect of systematic training on plasma electrolytes, hematocrit value, and blood sugar in thoroughbred race horses. *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959, 37, 273—283.
32. Grob, D., Liljestrand, A., Johns, R. I. Potassium movement in normal subjects. *Amer. J. Med.* 1957, 23, 340—355.
33. Hoagland, H. Stress and the adrenal cortex with special reference to potassium metabolism. In: *Life stress and bodily disease.* Williams, Wilkins company, Baltimore. 1950, pp. 326—337.
34. Cier, J. F., Laccour, J. R., Cier, A. Travail musculaire et équilibres ioniques chez le rat. *Path. Biol.* 1960, 8, 1147—1154.
35. Абдурахманов В. А. Влияние мышечной работы на содержание и распределение воды и минеральных веществ в тканях. *Мат. IV конф. физиологов республик Средней Азии и Казахстана.* Алма-Ата, 1969, стр. 6—7.
36. Власова В. В., Правосудов В. П., Леонтьев В. Г. Влияние физических нагрузок на содержание калия, натрия и гликогена в печени. *Мат. X Всесоюзной конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности.* М., 1968, I, стр. 100—101.



# **SÜSIVESIKUTE, RASVA, VEE JA ELEKTROLOÜTIDE AINEVAHETUS PIKAAJALISE STANDARDSE KEHALISE TÖÖ PUHUL**

**P. Kõrge, M. Vaikmaa, T. Seene**

## **Resümee**

Vaatlusalusteks olid 18 meest (18—27 a.) kes jagati 2 rühma. I rühm (12) töötas veloergomeetril võimsusega 150 W 90 min. jooksul. II rühma vaatlusalused töötasid sama võimsusega hommikul tühja kõhuga, 60 min. jooksul. Vaatlusalustel määrati muutused diureesis, Na ja K ekskretsioonis, plasma vee, Na, K ja vabade rasvhapete sisalduse ning vere glükoosi kontsentratsioonis. Iseloomulikumaks muutuseks on glükoosi kontsentratsiooni langus ja vabade rasvhapete pidev tõus II rühma vaatlusaluste veres kestva kehalise töö ajal.

# **THE CARBOHYDRATE, FAT, WATER AND ELECTROLYTE METABOLISM DURING PROLONGED WORK WITH STANDARD LOAD**

**P. Kõrge, M. Vaikmaa, T. Seene**

## **Summary**

18 young men, 18—27 years old and all in good general health were the subjects of this study. 12 of them (Group I) were subjected to work on a bicycle ergometer with a constant exercise load of 150 W during 90 min. The subjects were not fasting before the exertion. 6 subjects (Group II) who had been fasting since the previous evening, worked at the same load during 60 min. In Group I the urine flow, sodium and potassium excretion, plasma water, sodium, potassium concentration, blood glyucose concentration changes and sweat losses (by nude weighing) were recorded. Changes in the concentration of the plasma free fatty acid (FFA), electrolytes (Na, K) and blood glyucose were determined during 60-min. work.

The blood glyucose concentration tended to decrease during the 90 min. exertion. This shift was statistically significant in Group II. At the same time FFA levels of the plasma increased constantly. The above findings supported the view according to which a high portion of energy in fasting subjects during the prolonged exertion is released on the account of lipid oxidation.

The plasma K concentration rose after the beginning of work and maintained at the same enhanced level throughout the exercise. The significant and rapid increase in the plasma K content was accompanied by a less pronounced increase in the Na concentration. The possible mechanisms of these shifts are discussed.

There is a slight decrease in the urine flow during the 90-min. work. The K concentration in the urine increased and that of sodium decreased significantly.

## О ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНОМ БАЛАНСЕ У СПОРТСМЕНОВ

П. К. Кырге

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по  
основам мышечной деятельности

Многочисленными исследованиями установлены необходимые нормы потребностей тренирующегося организма в источниках энергии, пластических веществах и витаминах. Сравнительно меньше изучены изменения водно-электролитного баланса во время физической работы с различной интенсивностью и длительностью и в различных метеорологических условиях. Во время физической работы в механизм терморегуляции человека включается потоотделение. Последнее выполняет главным образом функции регулирования теплоотдачи, обнаруживая при этом относительную независимость от других параметров гомеостаза. На необходимость регулирования баланса воды и электролитов у людей, занимающихся физической работой, указывал уже J. Haldane (1905). Далее было показано, что неучет экстраренальных потерь электролитов при профузном потоотделении может привести к судорогам работающих мышц. (K. N. Moss 1924, J. H. Talbott, J. Michelson 1933, W. S. S. Ladell 1957).

Чрезвычайно важное значение водно-электролитного баланса для многих жизненно важных процессов в настоящее время общеизвестно. Учитывая все вышеизложенное, ясно, что усовершенствование функции организма в процессе тренировок не может в полной мере осуществляться при отрицательном балансе воды и электролитов. Этот факт неоднократно подчеркивается и в литературе (R. Coirault и соавт. 1956, E. R. Buskirk, D. E. Bass, 1960, H. Sarlinger, A. Berghoff, 1965, Е. Л. Кульков, 1963, 1968). Цель нашей работы заключается в следующем: 1) определить потери воды и электролитов при различных физических нагрузках; 2) определить водно-электролитный баланс у тренирующихся спортсменов.

## Методика

Нами обследовано 32 бегуна на средние и длинные дистанции (спортсмены I разряда, кандидаты в мастера спорта и мастера спорта в возрасте 19—32 лет). Наблюдения проводились в трех сериях. В первой серии 12 спортсменов совершали на велоэргометре повторную работу до отказа. Длительность отдельных нагрузок — одна минута и интервалы отдыха между повторными нагрузками продолжались до снижения частоты сокращений сердца — 120 ударов в минуту. Мощность работы устанавливалась свободно самими исследуемыми и варьировала от 1300 до 1900 кгм/мин. Потерю воды через кожу и легкие определяли по разнице в весе до и после напряжения с точностью  $\pm 100$  г с учетом выделенной мочи. В моче определяли содержание натрия и калия. Пот (для определения содержания натрия и калия) собирали во время работы по модифицированной методике R. De Haller и соавт. (1965), в среднем 3—4 раза.

Во второй серии у 11 бегунов определяли потерю воды и электролитов (Na, K) с потом и мочой во время прохождения марафонской дистанции. Степень дегидрации определяли по разнице в весе до и после напряжения, учитывая собранную мочу и выпитую на дистанции жидкость.

В третьей серии регистрировали водно-электролитный баланс у 9 бегунов в условиях тренировочного сбора. Для определения водно-электролитного баланса суточное выделение воды, калия и натрия сопоставляли с поступлением их за сутки с пищей и жидкостью.

## Результаты исследования и их обсуждение

Полученные данные показывают, что спортсмены теряли во время повторных нагрузок (около 2 часов) с потом в среднем  $1,61 \pm 0,1$  л воды,  $105,2 \pm 6,26$  мэкв натрия и  $16,4 \pm 2,63$  мэкв калия. Во время марафонского бега соответствующие потери с потом были значительно больше (в среднем  $3,6 \pm 0,18$  л,  $210,0 \pm 19,6$  и  $26,8 \pm 5,8$  мэкв). При этом выделение натрия почками уменьшается. Эти данные сходятся с наблюдениями авторов (D. E. Bass и соавт., 1955, J. L. Lichton, 1957), которые указывают, что при значительных внепочечных потерях натрия выделение этого электролита почками компенсаторно уменьшается. Для объяснения уменьшения почечного выделения натрия при физической работе следует также учитывать сокращение кровоснабжения почек (L. G. Wesson, 1960), хотя уменьшение клубочковой фильтрации в этих условиях, по-видимому, не является решающим фактором уменьшения выделения электролитов (M. Augell и соавт., 1967). Так как объем внеклеточного пространства жидкостей зна-

чительно влияет на регуляцию секреции альдостерона (F. C. Bartter и соав., 1956, A. F. Müller и соав., 1956, 1958) и выделение альдостерона при длительной физической работе повышается (P. Vigard, 1961), можно предположить, что понижение экскреции натрия связано с действием этого гормона на почечный нефрон. Концентрация натрия в поте в условиях длительной физической работы может увеличиваться, оставаться неизменной или уменьшаться. Но в просвете канальца потовой железы она всегда остается меньше, чем во внеклеточной жидкости, следовательно, для реабсорбции натрия нужна энергия. При профузном потоотделении в сецернирующих пот клеточных элементах отмечены изменения митохондрий и уменьшение содержания гликогена, указывающие на увеличенную метаболическую активность (B. L. Munger, 1961). Таким образом, индивидуальные различия в содержании натрия в поте при нагрузках могут быть обусловлены отклонениями в способности потовых желез к осмотической работе. Возможно, что развивающаяся в процессе физических тренировок экономизация деятельности организма выражается и в деятельности потовых желез. Об этом свидетельствуют также способность тренированного человека выполнять физическую работу с меньшим подъемом температуры тела и потоотделения (L. E. Mogenhouse, A. F. Miller, 1959). На значение индивидуальных особенностей протекания в потовых железах метаболических процессов и их влияние на содержание электролитов в поте указывают также данные D. H. P. Streeten и соавторов (1955). С другой стороны невероятно, что «уставание» потовых желез обусловлено отсутствием энергии, необходимой для их осмотической работы. По данным J. L. Lichton (1957 в), расходы энергии на максимальную работу потовых желез не превышают 10 кал/минуту.

Балансовые опыты показали, что, благодаря наличию в пище достаточного количества фруктов и овощей, все спортсмены находились на положительном калиевом балансе. С точки зрения эффективности тренировок это обстоятельство имеет определенное значение, так как при дефиците калия нарушаются многие процессы обмена (синтезирование белков и гликогена, образование макроэнергетических фосфорных соединений и т. д.). Одновременно понижается и работоспособность организма (D. E. Bass и соав., 1955, H. Starlinger, A. Berghoff, 1965).

Наши результаты показывают, что в условиях длительной работы потери калия организмом определяются главным образом потоотделением. По нашим данным, концентрация калия в поте во время марафонского бега была в среднем  $6,6 \pm 0,83$  мэкв/л и во время повторной работы  $10,2 \pm 1,53$  мэкв/л, что соответствует литературным данным (J. L. Schwartz, J. H. Thaysen, 1956). Как видно из приведенных данных, концентрация калия в поте превышает ее содержание в плазме. Учитывая значительные потери калия с потом, представляется нереальным, что его уровень в плазме

мог поддерживаться без выхода калия из внутриклеточного пространства. Имеются данные об уменьшении общего содержания калия в работающих мышцах с одновременным быстрым оживлением гликогенолиза в них (J. Bergström, E. Hultman, 1966, B. Ahlborg и соав., 1967). По W. Kauffman (1965) общее содержание калия во внеклеточной жидкости организма у человека весом 70 кг составляет около 69 мэкв. Исходя из этого, мы установили, что при марафонском беге организм теряет около 50% калия во внеклеточном пространстве жидкостей. Надо сказать, что концентрация калия в плазме крови не может служить доказательством потери этого электролита, так как она при этом существенно не изменяется.

### Выводы

Потери воды, натрия и калия с потом при физической работе значительно выше, чем за соответствующий период с мочой. При длительной нагрузке эти потери могут превышать суточные потери воды и электролитов с мочой. Поэтому люди, активно занимающиеся спортом, должны при регулировании водно-электролитного баланса исходить прежде всего из внеклеточных потерь воды и электролитов, которые зависят от длительности и интенсивности тренировок и соревнований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульков Е. Л. Изменение содержания в крови гемоглобина, сахара и хлоридов под влиянием тренировочных занятий по тяжелой атлетике. Докл. II научн. конф. посвященной проблемам «Климат, учение, спорт». Ташкент, 1963, стр. 142—147.
2. Кульков Е. Л. К изменению солевого баланса у тяжелоатлетов в условиях жаркого климата. Науч. труд. Ташкентского ун-та 1968, вып. 338, стр. 130—134.
3. Ahlborg, B., Bergström, J., Ekelund, L. G., Hultman, E. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. *Acta physiol. scand.* 1967, 70: 129—142.
4. Aurell, M., Carlsson, M., Grinby, G., Hood, B. Plasma concentration and urinary excretion of certain electrolytes during supine work. *J. appl. Physiol.* 1967, 22: 633—638.
5. Bartter, F. C., Liddle, G. W., Duncan, L. E., Barber, J. K., Deller, C. The role of fluid volume. *J. Clin. Invest.* 1956, 35: 1306—1316.
6. Bass, D. E., Kleeman, C. R., Quinn, M., Henschel, A., Hegenauer, A. H. Mechanism of acclimatization to heat in man. *Medicine.* 1955, 34: 323—380.
7. Bergström, J., Hultman, E. The effect of exercise on muscle glycogen and electrolytes in normals. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1966, 18: 16—26.
8. Bugard, P. Etude hormonale et metabolique de la fatigue. I Application on sport. *Annales d'endocrinologie.* 1961, 22: 1000—1007.
9. Buskirk, E. R., Bass, D. E. Climate and exercise. In: *Science and medicine of exercise and sports.* New York, 1960, pp. 311—338.

10. Coirault, R., Thiebault, J., Guiot, G., Farana, H., Brault, H. Contraction musculaire et controle medico-sportif. Essai d'interprétation du mécanisme de l'entraînement et de la fatigue. Leur contrôle et leur traitement. Rôle de l'adinosine triphosphorique on ATP. Press méd. 1956, 64: 1794—1797.
11. De Haller, R., De Haller, J., Siegenthaler, P. Accuracy of the sweat test: advantage of a micromethod. Arch. Dis Childh. 1965, 40: 684—686.
12. Haldane, J. S. The influence of high air temperatures. J. Hug. (Lond) 1905, 5: 494—513.
13. Kaufmann, W. Das Kaliummangelsyndrom. Dtsch. med. Wschr. 1965, 90: 831—836.
14. Ladell, W. S. S. Disorders due to heat. Trans. roy. Soc. trop. med. Hug. 1957, 51: 189—207.
15. Lichton, J. L. Competition between sweat glands and kidneys for salt and water in man. J. Appl. Physiol. 1957, a, 11: 223—226.
16. Lichton, J. L. Osmotic pressure of human sweat. J. appl. Physiol. 1957 b, 11: 422—424.
17. Morehouse, L. E., Miller, A. T. Physiology of exercise. St. Louis, 1959.
18. Moss, K. N. Some effects of high air temperatures and muscular exertion upon colliers. Proc. Royal. Soc. London, Ser. B. 1924, 95:171.
19. Muller, A. F., Riandel, A. M., Manning, E. L. Mechanismes regulateurs de l'aldosterone chez l'homme. Helv. med. acta. 1956, 23: 610—616.
20. Muller, A. F., Manning, E., Riandel, A. Influence of position and activity on the secretion of aldosterone. Lancet. 1958, 1:711—719.
21. Munger, B. L. The ultrastructure and histophysiology of human eccrine sweat glands. J. Biophys. Biochem. Cytol. 1961, 11:385—402.
22. Schwartz, I. L., Thaysen, I. H. Excretion of sodium and potassium in human sweat. J. Clin. Invest. 1956, 35:114.
23. Starlinger, H., Berghoff, H. Die Wirkung einer mehrwöchigen Ernährung mit kaliumarmer Diät bei schwerer Arbeit. Int. Z. angew. Physiol. 1965, 21:118—149.
24. Streeten, D. H. P., Conn, J. W., Louis, L. H., Fajans, S. S., Seltzer, H. S., Johnson, R. D., Gittler, R. D., Dube, A. H. Secondary Aldosteronism. I The metabolic and adrenocortical responses of normal men to high environmental temperatures. J. Lab. clin. Med. 1955, 46:957—958.
25. Tablott, J. H., Michelsen, J. Heat cramps. A clinical and chemical study. J. clin. Invest. 1933, 12:333.
26. Wesson, L. G. Kidney function in exercise. In: Science and medicine of exercise and sports. New York, 1960, pp. 270—284.

## SPORTLASTE VEE- JA ELEKTROLÜÜTIDE BILANSIST

P. Kõrge

Resümee

Käesolevas töös kirjeldatakse esiteks vee, naatriumi ja kaaliumi kaotusi uriini ja higiga mitmesuguse intensiivsuse ja kestusega kehalise töö ajal ja teiseks treeninglaagris ööpäeva vältel toimunud muutusi organismi vee- ja elektrolüütide bilansis.

# **ON THE WATER AND ELECTROLYTE BALANCE OF SPORTSMEN**

**P. Kōrge**

## **S u m m a r y**

In this paper losses of water, sodium and potassium by sweat and urine during physical exertions of various duration and intensity as well as diurnal changes of body water and electrolyte balance in the training camp are described.



## **ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ НА РАЗВИТИЕ ВЫНОСЛИВОСТИ, НА ФУНКЦИИ ПОТООТДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИЮ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В УМЕРЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Т. П. Сээне, П. К. Кырге**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по  
основам мышечной деятельности ТГУ

Многочисленными авторами показано, что потоотделение и концентрация электролитов в разных областях кожной поверхности различна. Несмотря на это различие, интенсивность потоотделения и концентрация электролитов часто определяется по количеству и составу пота, собранного с одной области.

Однако в результате значительного варьирования потоотделительной функции на кожной поверхности, пробы, собранные с одной точки, недостаточно характеризуют тотальные потери воды и электролитов [8]. Хотя потоотделение с точки зрения терморегуляции и тотальной потери электролитов изучалось уже в начале нашего века [18, 21, 29], до сих пор не имеется точных данных о топографии потоотделения и концентрации электролитов во время длительной физической работы.

Данные многих авторов свидетельствуют о том, что концентрация натрия в поте у хорошо адаптированных людей существенно ниже, чем у неадаптированных к воздействиям тепла [16, 26, 1, 5]. Установлено, что у спортсменов, занимающихся в условиях высоких температур внешней среды, концентрация электролитов в поте снижается [4]. К сожалению, нам не удалось найти данных об изменении потоотделения и электролитного состава пота у бегунов на длинные дистанции, занимающихся в умеренных климатических условиях.

Настоящая работа проведена с целью выяснения разницы в топографии потоотделения и концентрации электролитов у высококвалифицированных бегунов на длинные дистанции и бегунов малотренированных. Исследования проведены в лабораторных условиях.

## Методика

Изучение топографии потоотделения и концентрации электролитов проводилось на восемнадцати малотренированных и двенадцати высокотренированных бегунах длинных дистанций в возрасте от семнадцати до двадцати семи лет. Наблюдаемые выполняли полуторачасовую работу на велоэргометре мощностью 918 кгм/мин при температуре 22,0—23,5° и релятивной влажности 54,6%—57,2%. Для изучения потоотделения использовали метод сбора пота с помощью обессоленных фильтров, диаметром 2,8 см. Пять слоев фильтра вкладывали в стеклянную капсулу, диаметром 3,0 см, и накладывались:

- 1) на среднюю часть поверхности лба;
- 2) на грудь влево от медиальной линии, парастернально на уровне третьего ребра;
- 3) на спину паравертебрально на уровне пятого-шестого позвонка;
- 4) на живот в мамиларной линии на высоте правого гипохондриума;
- 5) на лумбальную область на уровне третьего лумбального позвонка;
- 6) на среднюю часть внутренней поверхности плеча;
- 7) на середину внутренней поверхности бедра.

После каждого тридцатиминутного периода пробы взвешивались в герметически закрытых биксах на электрических весах с точностью  $\pm 0,1$  мг. После этого пробы разводили дистиллированной водой в соотношении 1 : 30 и спустя сутки определяли на пламенном фотометре Zeiss III концентрацию натрия и калия.

## Результаты исследования

Во время наблюдений обнаружено, что хотя потоотделение от кожной поверхности тела у некоторых высокотренированных спортсменов оказалось интенсивнее, чем у малотренированных, разница между группами статистически не достоверна. Интенсивность потоотделения во втором периоде (60 минут) значительно возрастает в обеих группах ( $P < 0,05$ , таблица 1).

В поте уровень натрия у малотренированных в течение всех трех периодов значительно выше, чем в группе высококвалифицированных стайеров (таблица 1). Концентрация натрия в поте в течение трех периодов работы значительно не изменяется, но разница между группами сохраняется ( $P < 0,01$ ).

В обеих группах замечается уменьшение в концентрации калия в течение девятидесяти минутной работы (таблица 1). Статистически достоверно различие между группами в концентрации калия, найденное в первом и втором периодах ( $P < 0,05$ ). В пер-

вом периоде концентрация калия в группе малотренированных на 2,18 мэкв/л, втором — на 1,91 мэкв/л и в третьем периоде — на 1,13 мэкв/л выше, чем в группе высококвалифицированных бегунов.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что уровень потоотделения и электролитный состав пота, собранного во время длительной работы с разных областей кожной поверхности тела, варьируется в значительных пределах (таблица 2, 3, 4). Существенные различия между группами наблюдались в интенсивности потоотделения на спине ( $P < 0,05$ ) и плече ( $P < 0,01$ ), в концентрации калия на животе ( $P < 0,01$ ) и в концентрации натрия на всех изученных областях кожной поверхности ( $P < 0,01$ ).

Несмотря на большие индивидуальные различия в потоотделении и концентрации электролитов в разных областях кожной поверхности тела во время девяностоминутной работы, сравнение средних групп свидетельствует о явных различиях между группами (таблица 5—11). Как видно из таблиц 5—11, в обеих группах повышению уровня потоотделения во втором периоде работы сопутствует понижение концентрации калия в поте (за исключением пота живота у малотренированных, на лбу и бедрах — в группе высококвалифицированных стайеров). Изменения концентрации натрия в поте разных областей поверхности тела статистически не достоверны. Наивысший уровень потоотделения во время длительной работы найден в обеих группах на лбу, а наименьший уровень — на бедре (таблица 2). Как видно из таблицы 3, наивысшая концентрация натрия в обеих группах найдена в поте, собранном с груди. Самая высокая концентрация калия обнаружена в поте, секретировавшемся с поверхности живота в группе малотренированных, и с плеча высококвалифицированных спортсменов (таблица 4).

### Обсуждение результатов

Как видно из таблицы 1, концентрация натрия и калия в поте у высококвалифицированных стайеров ниже, чем у малотренированных. Эти сдвиги в содержании электролитного состава пота весьма напоминают изменения, наблюдаемые при адаптации к теплу [1, 13, 14, 26, 38]. Эффективность адаптации к теплу показывают низкая ректальная температура и частота сердечных сокращений [7, 14, 15, 19, 31, 33, 35]. Нарастание ректальной и кожной температур отмечено некоторыми авторами после снижения потоотделения [12, 27, 35].

Концентрация электролитов у малотренированных спортсменов во время мышечной деятельности в сочетании с тепловой нагрузкой выше, чем у высококвалифицированных спортсменов [4]. К сожалению, нам не удалось найти в литературе данных о зависимости потоотделения и электролитного состава пота от

квалификации спортсменов, тренирующихся в развитии выносливости в районах умеренного климата.

Хотя изменения электролитного состава пота у высококвалифицированных стайеров весьма напоминают изменения, наблюдаемые при тепловой адаптации в потоотделении и электролитном составе пота, имеются некоторые различия. По данным многих авторов [9, 24, 34], в термически индуцированном поте отмечается зависимость концентрации натрия от интенсивности потоотделения, чего не замечалось у наших исследуемых.

Обнаружено, что в физически индуцированном поте концентрация натрия вдвое выше, чем в термически индуцированном [24]. Вышеприведенные работы свидетельствуют о том, что потовые железы в среде высокой температуры в процессе трудовых и спортивных упражнений адаптируются. Но происходит ли адаптация потовых желез во время длительных тренировок в умеренных климатических условиях?

Наши наблюдения за двумя группами спортсменов, отличающихся степенью тренированности, показывают, что и в условиях умеренной температуры среды электролитный состав пота у высококвалифицированных стайеров отмечается низким содержанием калия и особенно натрия. Это свидетельствует о том, что в процессе терморегуляторной деятельности потовых желез во время длительных и многолетних тренировок без сочетания тепловой нагрузки, происходит снижение концентрации натрия и калия в поте. Интересно отметить, что во время мышечной работы концентрация калия в поте постепенно снижается.

В настоящее время установлено, что в механизме изменения электролитного состава пота и интенсивности потоотделения в процессе приспособления организма к работе в жарких климатических условиях существенное значение имеет их эндокринная регуляция. Более убедительные данные имеются о воздействии альдостерона на потовые железы, в результате чего снижается концентрация натрия в поте [11, 22, 23, 28].

Обнаружено также, что антидиуретический гормон /АДГ/ оказывает прямое действие на количество пота [17, 32]. Однако другие авторы отрицают это [6, 10, 25, 30]. В вышеуказанных работах влияния АДГ на потоотделение изучались после инъекции гормона. Но влияет ли эндогенный АДГ на секреторную функцию потовых желез, вопрос нерешенный.

Термическое потоотделение на туловище интенсивнее, чем на верхних и нижних конечностях [20], что совпадает с нашими данными. Относительно мало данных имеется об изменениях концентрации калия в поте у спортсменов во время длительных нагрузок. В доступной нам литературе имеются данные только о тотальных потерях калия во время физических нагрузок [2, 3, 37]. Наши результаты свидетельствуют о том, что концентрация калия в поте наивысшая после тридцатиминутной работы. В дальней-

шем, в течение шестидесяти и девяноста минут, отмечается снижение концентрации калия.

Результаты настоящего исследования дают основание полагать, что в процессе регулярных тренировок на развитие выносливости происходят адаптационные изменения в функции потовых желез, которые весьма напоминают изменения, наблюдаемые при адаптации к воздействию высокой температуры.

## Выводы

1. В результате регулярной тренировки на выносливость в умеренных климатических условиях концентрация натрия в поте и в меньшей мере концентрация калия снижается.

2. Низкая концентрация натрия в группе высококвалифицированных стайеров была в одинаковой мере выражена в поте, собранном со всех областей кожной поверхности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адольф Э. Физиология человека в пустыне. (Перевод с английского) М., 1952.
2. Кырге П. К. Водно-электролитный обмен при физической работе и его связь с глюкокортикоидной функцией надпочечников. Автореф. дисс. Тарту, 1969.
3. Кырге П. К., Виру А. А. Деятельность коры надпочечников во время марафонского бега. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, 150—161.
4. Кювелли К. Н. Некоторые особенности водно-солевого обмена при спортивной мышечной деятельности в условиях высокой температуры. Автореф. дисс. Ташкент, 1971.
5. Юнусов А. Ю., Махмудов Э. С., Исламгалиева Ф. Водно-солевой обмен у людей, прибывших в условия высокой температуры из различных климатических зон. — Физиол. ж. СССР, 1971, 57, 8, 1198—1202.
6. Allen, J. A., Roddie, I. C. The effect of antidiuretic hormone on the rats of sweat production in man. *J. Physiol. (London)* 1971. 212, 37 P — 38 P.
7. Beaumont, W. van. Staier, T. J. Regulation of sweating during intermittent work. *Fed. Proc.* 1965, 24, 280.
8. Buettner, K. J. Does the mode of sweat loss influence human thermal regulation. *J. Physiol. (Paris)* 1971. 63, 216—218.
9. Cagge, C. W., Dobson, R. L. Sodium secretion and reabsorption in the eccrine sweat gland. *J. clin. Invest.* 1965. 44, 1270—1276.
10. Collins, K. J., Weiner, J. S. Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperatures. *Physiol. Rev.* 1968. 48, 785—839.
11. Collins, K. J. Endocrine control of salt and water in hot conditions. *Fed. Proc.* 1963. 22, 716—720.
12. Collins, K. J., Weiner, J. S. Sweat gland failure on the body surface and on the forearm enclosed in an arm bag. *J. Physiol. (London)* 1960, 154, 62 P.
13. Collins, K. J., Weiner, J. S. The control and failure of sweating in man. In: *Biometeorology* Pergamon press 1962. 280—285.
14. Dill, D. B. Life, heat and altitude. Cambridge 1938.



Таблица 4

Содержание калия в поте разных областей кожной поверхности тела во время 90-минутной работы (мэкв/л)

	п	Лоб	Грудь	Спина	Живот	Лумбальная область	Бедро	Плечо
Группа высококвалифицированных стайеров	12	4,33±0,44	5,86±0,88	5,23±0,84	6,61±0,91	4,12±0,46	4,38±0,94	7,01±0,87
Группа третьеразрядников	18	5,15±0,46	7,70±0,91	6,40±0,71	11,42±1,26	5,46±1,26	6,22±1,21	8,05±0,76
P<		—	—	—	0,01	—	—	—

Таблица 5

Изменения потоотделения и концентрации электролитов лба во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	236,13±26,17	27,90±4,86	4,06±0,56	310,31±39,17	34,93±5,65	4,46±0,66	316,23±38,57	31,29±4,54	4,59±0,64
Группа третьеразрядников	18	229,07±22,00	63,74±4,12	6,24±0,53	$\perp$ 314,87±18,89	57,89±4,22	5,22±0,60	$\perp$ 345,08±18,51	62,50±3,06	$\perp$ 4,78±0,36

Таблица 6

Изменения потоотделения и концентрации электролитов груди во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	176,32±27,41	32,70±2,85	5,28±0,70	259,67±39,97	33,87±4,60	5,04±0,66	312,93±55,43	39,97±5,52	7,27±1,93
Группа третьеразрядников	18	129,30±15,47	69,00±6,62	10,04±1,41	207,02±22,37	89,15±6,03	9,51±1,28	182,61±20,91	70,55±6,23	6,27±0,69

Таблица 7

## Изменения потоотделения и концентрация электролитов спины во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
	первый период (30 минут)				второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	163,42±18,87	32,79±3,56	4,15±0,94	296,78 <sup>±</sup> 44,84	31,28±4,45	4,99±1,14	307,51 <sup>±</sup> 44,78	27,20±4,11	5,04±0,89
Группа третьеразрядников	18	160,80±31,40	56,10±4,76	7,20±1,36	192,57±12,54	50,59±5,42	4,53±0,36	200,58±18,56	60,41±5,58	5,61±0,77

Таблица 8

## Изменения потоотделения и концентрации электролитов лумбальной области во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	176,22±23,01	23,29±3,00	4,37±0,56	235,26±3,59	27,71±3,59	3,92±0,43	216,68±37,73	26,82±3,67	3,93±0,69
Группа третьеразрядников	18	143,37±16,18	46,89±6,05	5,93±0,49	210,39±19,96	51,48±8,72	4,25±0,29	247,85±27,27	53,69±3,68	5,89±0,65

Таблица 9

## Изменения потоотделения и концентрации электролитов живота во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	179,10±27,42	36,30±4,37	7,76±1,50	272,42±36,94	34,49±4,53	6,33±1,03	232,08±35,12	29,91±2,36	4,77±0,77
Группа третьеразрядников	18	138,26±16,86	71,59±6,61	9,53±1,15	261,43±27,93	72,91±6,98	12,27±1,70	223,25±24,93	66,47±5,48	7,96±0,67



Таблица 10

## Изменения потоотделения и концентрации электролитов бедра во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мЭКв/л			мЭКв/л			мЭКв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	28,63±2,03	28,20±5,77	3,75±0,75	52,06±3,26	26,50±5,47	5,00±1,08	48,86±3,12	16,71±2,16	3,41±0,65
Группа третьеразрядников	18	30,78±2,21	62,72±4,87	10,49±1,88	32,18±1,23	84,45±4,10	6,49±1,15	35,17±2,12	46,68±4,11	3,89±0,58

Таблица 11

## Изменения потоотделения и концентрации электролитов плеча во время 90-минутной работы

	п	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K	Потоотделение мг/6,15 см <sup>2</sup>	Na	K
			мэкв/л			мэкв/л			мэкв/л	
		первый период (30 минут)			второй период (60 минут)			третий период (90 минут)		
Группа высококвалифицированных стайеров	12	125,32±32,86	29,43±4,31	9,32±1,72	134,69±24,95	33,52±6,65	6,10±0,95	167,85±22,0	27,76±3,91	5,33±0,76
Группа третьеразрядников	18	79,85±13,90	69,53±6,52	10,61±1,49	96,18±7,39	63,25±5,52	6,21 <sup>⊥</sup> ±0,99	123,38±19,22	65,88±5,80	6,47±0,58

15. Ekblom, B., Greenleaf, C. J., Greenleaf, J. E., Hermansen, L. Temperature regulation during continuous and intermittent exercise in man, *Acta physiol. scand.* 1971, 18, 1—10.
16. Ekblom, B., Greenleaf, J. E., Hermansen, L. Temperature regulation during exercise dehydration in man. *Acta physiol. scand.* 1970, 79, 475—483.
17. Fascido, J. C., Totel, G. L., Johnson, R. E. Antidiuretic hormone and human eccrine sweating. *J. appl. Physiol.* 1969, 27, 303—307.
18. Haldane, J. S. The influence of high air temperatures. *J. Hyg. (London)* 1905, 5, 494—513.
19. Hertzman, B., Senay, L. C. Cutaneous vascular and cardiac responses to heat. In: *Biometeorology* Pergamon Press. 1962, 45—54.
20. Hertzman, A. B. Individual differences in regional sweating. *J. appl. Physiol.* 1967, 10, 242—248.
21. Hunt, E. H. The regulation of body temperature in extremes of dry heat. *J. Hyg. (London)* 1912, 12, 479—488.
22. Ikai, K., Ito, O., Kozawa, H., Nitta, H. Palmer or plantar sweat electrolyte concentration in the monkey. Effects of an aldosterone antagonist and discussion on ductal sodium reabsorption. *Proc. Japan Acad.* 1970, 46 197—202.
23. Ikai, K., Sakamoto, M., Takaba, H., Nitta, H. Plantar sweat electrolyte concentration in the dog. Effect of exogenous aldosterone on the sweat electrolyte concentration — discussion on ductal reabsorption in the sweat duct. *Nagoya, Med. J.* 1969, 15, 33—45.
24. Ikai, K., Sato, K., Sugiyama, K., Otsuka, Y., Nitta, H. Comparison of human sweat electrolyte concentration in mental, thermal and exercise perspiration. *Nagoya Med. J.* 1969, 15, 47—66.
25. Ladell, W. S., Whitcher, H. W. The effect of pituitrin on sweating. *J. Physiol. (London)* 1960, 154, 44 P—45 P.
26. Leithead, C. S. Water and electrolyte metabolism in the heat. *Fed. Proc.* 1963, 22, 901—908.
27. Leithead, C. S., Pallister, M. A. Observations on dehydration and sweating. *Lancet* 1960, 2, 114—117.
28. McConahay, T. P., Robinson, S., Newton, J. L. d-Aldosterone and sweat electrolytes. *J. appl. Physiol.* 1964, 19, 575—579.
29. Moss, K. N. Some effects of high air temperatures and muscular exertion upon colliers. *Proc. Roy. Soc. (London)* 1923, Ser. B. 95, 181—200.
30. Pearcy, M., Robinson, S., Miller, D. J., Thomas, J., De Brota, J. Effect of dehydration, salt depletion and pitressin on sweat rate and urine flow. *J. appl. Physiol.* 1956, 8, 621—626.
31. Pugh, L. G., Corbett, J. L., Johnson, R. H. Rectal temperature, weight losses, and sweat rates in marathon running. *J. appl. Physiol.* 1967, 23, 347—352.
32. Quatralle, R. P., Speir, E. H. The effect of ADH on eccrine sweating in the rat. *J. Invest. Dermat* 1970, 55, 344—349.
33. Robinson, S. Temperature regulation in exercise. *Pediatrics*, part II 1963, 691—702.
34. Robinson, S., Maletich, R. T., Robinson, W. S., Rohrer, B. B., Kunz, A. L. Output of NaCl by sweat gland and kidneys in relation to dehydration and to salt depletion. *J. appl. Physiol.* 1956, 8, 615—620.
35. Senay, L. C. Movement of water, protein and crystalloids between vascular and extravascular compartment in heat — exposed men during dehydration and following limited relief of dehydration. *J. Physiol. (London)* 1970, 210, 617—635.
36. Strydom, N. B., Wyndham, G. H., Williams, C. G., Morrison, J. E., Bredell, G. A., Benade, J. S., Rahden, M. van. Acclimatization to humid heat and the role of physical conditioning. *J. appl. Physiol.* 1966, 21, 636—652.

37. Viru, A., Kõrge, P. Metabolic processes and adrenocortical activity during marathon races. *Int. Z. angew. Physiol.* 1971, 29, 173—183.
38. Weiner, J. S., Heyningen, R. E. Salt losses of man working in hot environments. *Brit. J. industr. Med.* 1952, 9, 56—64.

## PARASVÖÖTME TINGIMUSTES TOIMUVA VASTUPIDAVUS- TREENINGU MÖJUST HIGISEKRETSIOONILE JA HIGI ELEKTROLÜÜTIDE KONTSENTRATSIOONILE

T. Seene, P. Kõrge

### Resümee

Paljud uurimused kinnitavad higi Na-kontsentratsiooni langust kuumale adapteerumisel. Parasvöötme tingimustes treenivate pikamaajooksjate higinäärmete funktsiooni muutuste kohta ei leidu kirjanduses andmeid.

Käesolevas töös olid vaatlusalusteks kaksteist kõrge kvalifikatsiooniga pikamaajooksjat ja kaheksateist III järgu jooksjat. Vaatlusalused sooritasid laboratoorsetes tingimustes ( $22,0^{\circ}$ — $23,5^{\circ}$  C ja 54,6%—57,2% relatiivset niiskust) poolteise tunnise töö veloergomeetril võimsusega 918 kgm/min. Higi koguti kehapiinnalt seitsmest erinevast punktist.

Kuigi nii higisekretsioonis kui ka elektrolüütide kontsentratsioonis esineb kehapiinna erinevates punktides suuri individuaalseid erinevusi, nähtub vaatlustulemustest, et vastavad näitajad kõrge kvalifikatsiooniga sportlastel erinevad tunduvalt vähetreenitute omadest. Nii oli kõigis uuritud kehapiinna punktides higi Na-kontsentratsioon kõrge kvalifikatsiooniga staieritel madalam kui vähetreenituil ( $P < 0,01$ ). Statistiliselt usaldatavad erinevused on K-kontsentratsioonis ainult kõhult kogutud higis ( $P < 0,01$ ) ja higisekretsioonis seljal ( $P < 0,05$ ) ning õlavarrel ( $P < 0,01$ ). Kõrgeima higisekretsiooniga kohaks mõlemal rühmal osutus laup, madalaimaga reis. Na-kontsentratsioon oli mõlemal rühmal kõrgeim rinnalt kogutud higis, K-kontsentratsioon kõrge kvalifikatsiooniga staieritel õlavarrelt, vähetreenituil kõhult ja rinnalt kogutud higis. Kuuekümnendal minutil tõusis higieritus mõlemas rühmas tunduvalt, võrreldes esimese kolmekümne minuti sekretsiooniga ( $P < 0,05$ ), jäädes peaaegu samale tasemele töö lõpuni. Higi Na-kontsentratsioonis toimunud muutused ei ole statistiliselt usaldatavad. Vastav K-kontsentratsioon aga langeb ( $P < 0,05$ ).

### Järeldused.

1. Pikaajaliste vastupidavustreeningutega parasvöötme tingimustes kaasneb higi Na-kontsentratsiooni ja vähemal määral ka K-kontsentratsiooni langus.

2. Higi Na-kontsentratsioon on kõrge kvalifikatsiooniga pika-  
maajooksjatel, võrreldes III jägu rühmaga, madalam kõigis uuri-  
tud kehapiinnapunktide higis.

## CHANGES IN SWEAT RATE AND ELECTROLYTE CONCENTRATION DURING ENDURANCE TRAINING IN MODERATE TEMPERATURE

T. Seene, P. Kõrge

### Summary

Twelve highly trained long-distance runners and eighteen less trained track athletes, aged from seventeen to twenty seven were investigated at 22.0°C—23.5°C and relative humidity 54.6%—57.2% during a ninety minute exercise on a bicycle ergometer (918 kgm/min.) The subjects were unclothed during investigation. Sweat was collected from seven regions of body surface by the filterpaper method.

The results reveal some principal differences in the sweat rate and electrolyte concentration between the highly trained and less trained runners. A lower sweat sodium and potassium concentration in all the regions of the body surface during the exercise was observed. The average sodium concentration in the highly trained runners was  $30.5 \pm 2.92$  mEq/l and in less trained ones  $62.08 \pm 4.04$  mEq/l. The potassium concentration was  $5.31 \pm 5.0$  mEq/l and  $6.96 \pm 0.48$  mEq/l correspondingly. Beginning with the first sample there are differences between the highly trained and less trained subjects in sweat sodium concentration in all the observed regions ( $P < 0.01$ ). The highest sodium concentration in both groups was found on the chest. The lowest sodium concentration in the highly trained group was found on the thigh ( $24.26 \pm 4.25$  mEq/l) and in the less trained group in the lumbar region ( $50.10 \pm 4.41$  mEq/l). The region of the highest potassium concentration in the highly trained group is the upper arm ( $7.01 \pm 0.87$  mEq/l) while in the less trained group it is the abdomen ( $11.42 \pm 1.26$  mEq/l).

1. Sweat sodium concentration and to a smaller extent sweat potassium concentration in long-distance runners lowered also during long-lasting training in moderate temperature.

2. Lower sweat sodium concentration in the highly trained long distance runners in comparison with less trained ones, was noted in all observed regions.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КОРТИЗОЛА И КОРТИКОСТЕРОНА В СЛЮНЕ ПРИ 6-МИНУТНОЙ РАБОТЕ НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ**

**А. А. Виру**

Кафедра физиологии спорта и проблемная научно-исследовательская  
лаборатория по основам мышечной деятельности

Слюна представляет собой жидкость организма наиболее доступную для изучения. В 1959—1960 г. I. L. Shannon и др. [1, 2] показали, что в содержании кортикоидов слюны отражается функциональное состояние коры надпочечников. В 1967 году ими было изучено влияние 2-часового марша на 10 миль на содержание электролитов и кортикоидов слюны, но средние величины по группам не выявили существенных изменений [3]. По-видимому, вопрос об отражении функционального состояния коры надпочечников в содержании кортикоидов в слюне при физических нагрузках требует дальнейшего изучения. В связи с этим была предпринята настоящая серия наблюдений.

### **Методика**

Наблюдения проводили на 14 гребцах (мастера спорта и перворазрядники, возраст 19—30 лет) и 14 юных легкоатлетах (спортсмены II и I разряда, возраст 16—19 лет). Исследуемые выполняли на велоэргометре 6-минутную работу. За первые 5 минут была выполнена работа мощностью 1224 кгм/мин., а за последнюю минуту — работа мощностью вращения педалей в предельном темпе. До работы и в течение 5 минут после работы собирали смешанную слюну. Содержание кортизола и кортикостерона определяли флуорометрическим методом по С. Р. Stewart и др. [4]. У 50% гребцов был также произведен сбор мочи в течение 1—4 часов до нагрузки и в течение 40—90-минутного периода, в начале которого была выполнена нагрузка. В моче суммарное содержание 17-оксикортикоидов определяли по J. H. U. Brown [5], содержание неконъюгированных 17-оксикорти-

коидов с помощью флуорометрического метода по С. Р. Stewart и др. [4], содержание 17-кетостероидов по Е. К. Какушкиной и И. Г. Гурьевой [6] и содержание креатинина по Folin [7].

### Результаты исследования

В содержании кортизола и кортикостерона в слюне при выполнении 6-минутной работы выявились разнонаправленные изменения (см. табл. 1—2). Процент кортикостерона от суммы 11-оксикортикоидов также изменялся в обоих направлениях, причем его изменения не полностью согласовались по направлению с изменениями содержания кортикостерона. Случаи повышения и понижения содержания кортизола слюны распределялись у гребцов и 19-летних легкоатлетов почти одинаково. У 16—18-летних легкоатлетов отмечалось превалирование случаев повышенного содержания кортизола в слюне, но разница в распределении не была статистически существенной (см. табл. 3).

Сопоставление изменений содержания кортизола в слюне и выделение 17-оксикортикоидов с мочой выявило хорошую согласованность. Как видно из таблицы 4, в направлении изменений существовало полное совпадение. Сопряженности в направлениях изменений содержания кортизола в слюне с изменениями экскреции 17-кетостероидов и креатинина и даже с изменением неконъюгированных 17-оксикортикоидов не наблюдалось. Сопряженность отмечалась с изменением диуреза. В направлениях изменений содержания кортикостерона в слюне не отмечалось сопряженности с выведением кортикоидов, воды и креатинина.

### Обсуждение результатов

Полученные данные выявили наличие изменений содержания кортизола и кортикостерона в слюне после 6-минутной работы от +17,6 до —16,4%. Однако в направлении изменений не обнаруживалось закономерности. Но разнонаправление изменения содержания кортизола и кортикостерона выяснились также и в крови, взятой 6 минут спустя после окончания той же самой работы [8]. По-видимому, отсутствие единонаправленного сдвига нельзя рассматривать как факт против положения I. L. Shannon и др. [1, 2], что в содержании кортикоидов слюны отражается функциональное состояние коры надпочечников. Тем более, что при сопоставлении изменений содержания кортизола в слюне и выделения 17-оксикортикоидов с мочой выявилось полное совпадение направления изменений. При изучении адренокортикальной активности во время длительной повторной работы на велоэргометре также выявилось отражение общего адренокортикального статуса

Таблица 1

**Изменение содержания кортизола и кортикостерона  
в слюне у гребцов при 6-минутной работе на велоэргометре**

Обсле- дуемый	Кортизол, мкг%			Кортикостерон, мкг%			Процент кортикостерона		
	до работы	после работы	сдвиг	до работы	после работы	сдвиг	до работы	после работы	сдвиг
КО	15,8	28,6	+12,8	0,1	1,3	+1,2	0,6	4,4	+ 3,8
ШЛ	16,5	14,1	- 2,4	1,0	2,6	+1,6	5,7	15,6	+ 9,9
ПО	20,3	12,0	- 8,3	0,3	1,0	+0,7	1,5	8,3	+ 6,8
НА	12,1	4,4	- 7,7	0,2	0,7	+0,5	1,6	13,8	+12,2
МА	11,8	13,1	+ 1,3	1,8	0,4	-1,4	13,2	3,0	-10,2
МЕ	5,0	7,8	+ 2,8	1,8	0,0	-1,8	26,4	0	-26,4
КЛ	11,6	2,6	- 9,1	0,6	0,4	-0,2	4,9	16,0	+11,1
ЩЕ	13,0	30,6	+17,6	0,8	1,7	+0,9	5,8	5,3	- 0,5
СЕ	5,2	10,0	+ 4,8	1,7	2,5	+0,8	24,6	20,1	- 4,5
ЛИ	12,6	13,0	+ 0,4	0,3	0,8	+0,5	2,3	5,8	+ 3,5
ПР	13,4	13,6	+ 0,2	2,1	0,8	-1,3	13,6	5,6	- 8,0
КА	12,2	17,7	- 5,5	0	0,6	+0,6	0	3,3	+ 3,3
ЦО	30,9	14,5	-16,4	0,9	1,1	+0,2	2,8	7,1	+ 4,3
ЮР	11,3	18,6	+ 7,3	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Изменение содержания кортизола и кортикостерона в слюне  
у юных легкоатлетов при 6-минутной работе на велоэргометре

Обсле- дуемый	Кортизол, мкг%			Кортикостерон, мкг%			Процент кортикостерона		
	до работы	после работы	сдвиг	до работы	после работы	сдвиг	до работы	после работы	сдвиг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЯР	10,4	8,8	- 1,6	0	1,0	+1,0	0	10	+ 10
НО	8,0	10,8	+ 2,8	0	0	0	0	0	0
АЛ	7,2	12,0	+ 4,8	0	0	0	0	0	0
ЛЕ	0,8	10,8	+10,0	2,0	0,2	-1,8	71	2	- 69
ГУ	5,6	12,8	+ 7,2	0	0,2	+0,2	0	2	+ 2
ЯН	0	3,2	+ 3,2	2,3	0	-2,3	100	0	-100
МЕ	4,4	21,6	+17,2	1,8	0	-1,8	29	0	- 29
ПА	0	15,0	+15,0	0	0,6	+0,6	0	4	+ 4
ПУ	7,6	9,8	+ 2,2	0	2,6	+2,6	0	21	+ 21
АВ	12,6	8,4	- 4,2	2,2	2,4	+0,2	15	22	+ 7
ХИ	18,0	6,6	-11,4	2,0	2,0	0	10	23	- 13
РА	12,6	10,0	- 2,6	0,8	0,8	0	6	7	+ 1
МТ	8,0	10,0	+ 2,0	0,4	0	-0,4	5	0	- 5
ЛИ	26,3	12,3	-14,0	2,6	0,7	-1,9	9	5	- 4



Таблица 3

Изменение содержания кортизола в слюне при 6-минутной работе по группам

Группа	Возраст, г	п	Количество случаев			Средний сдвиг, мкг%	
			повышение	отсутствие изменений	понижение	$M \pm m$	
Гребцы	19—30	14	7	2	5	$+0,3 \pm 2,4$	—
Легкоатлеты	19	4	2	0	2	$+0,9 \pm 6,4$	—
Легкоатлеты	16—18	10	7	0	3	$+2,7 \pm 2,3$	—

Таблица 4

Сопоставление изменений содержания кортикоидов в слюне с изменениями выделения их с мочой

Моча	Кортизол		Кортикостерон	
	Количество случаев наличия сопряженности в направлениях изменений	Количество случаев отсутствия сопряженности в направлениях изменений	Количество случаев наличия сопряженности в направлениях изменений	Количество случаев отсутствия сопряженности в направлениях изменений
Суммарная экскреция 17-оксикортикоидов	7	0	4	3
Экскреция неконъюгированных 17-оксикортикоидов	3	2	4	1
Экскреция неконъюгированных 17-дезоксикортикоидов	3	4	5	2
Диурез	7	0	4	3
Экскреция креатинина	5	2	5	2

содержания кортизола в слюне. Между изменениями содержания кортизола в слюне и плазме крови отмечалась в данном случае статистически существенная корреляция [8].

Изменение содержания электролитов в слюне показало, что его изменения при физических нагрузках не согласуются с изменениями содержания электролитов в моче [9—11]. Это объясняется влиянием антидиуретического гормона на скорость секреции слюны и тем самым на содержание натрия в слюне [12]. Во время мышечной работы содержание АДГ в крови увеличивается [13,

14]. Угнетающее действие на продукцию слюны оказывает также симпатoadренальная система. При физических нагрузках повышению содержания кортикоидов в слюне может способствовать уменьшение продукции слюны. На это и указывала существенная отрицательная корреляция между изменениями содержания кортизола в слюне и диурезом при повторной работе [8]. Однако в данной серии наблюдений, наоборот, отмечалась прямая сопряженность между изменениями содержания кортизола в слюне и диурезом. В данном случае исключается возможность рассматривать изменение содержания кортизола в слюне как обратно-пропорциональное скорости выделения воды и тем самым способствующее интенсивности продукции слюны. Но тем не менее, данные о содержании кортикоидов в слюне позволяют с большой убедительностью охарактеризовать адренокортикальную активность только при учете скорости секреции слюны.

### Вывод

Во время мышечной работы выявляются выраженные изменения содержания кортизола (а также кортикостерона) в слюне, которые сопряжены с изменениями экскреции 17-оксикортикоидов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Shannon, I. L., Prigmore, J. R., Brooks, R. A., Feller, R. P. The 17-hydroxycorticosteroids of parotid fluid, serum and urine following intramuscular administration of repository corticotropin. — J. clin. Endocrin. 1959, vol. 19, pp. 1477—1480.
2. Shannon, I. L., Prigmore, J. R. Parotid fluid as medium for determination of human adrenocortical status. — Oral. Surg. 1960, vol. 13, pp. 878—882.
3. Shannon, I. L. Effect of exercise on parotid fluid corticosteroids and electrolytes. — J. Dental Research. 1967, vol. 46, pp. 608—610.
4. Stewart, C. P., Albert-Recht, F., Osman, L. M. The simultaneous fluorometric microdetermination of cortisol and corticosterone in plasma. — Clin. chem. Acta 1961, vol. 6, pp. 696—707.
5. Brown, J. H. U. An improvement of the Reddy method for the determination of 17-hydroxycorticoids in urine. — Metabolism 1955, vol. 4, pp. 295—297.
6. Какушкина Е. К., Гурьева И. Г. К методике определения нейтральных 17-кетостероидов в моче. — Лабор. дело. 1967, в. 3, стр. 146—152.
7. Петрунькина А. М. Практическая биохимия. М., Медгиз, 1961, стр. 170—180.
8. Виру А. А. Функциональная активность коры надпочечников при физических нагрузках. Дисс. докт., Тарту, 1970.
9. Кырге П. К. Водно-электролитный обмен при физической работе и его связь с глюкокортикоидной функцией надпочечников. Автореф. канд. дисс., Тарту, 1969.
10. Кырге П. К., Виру А. А. Деятельность коры надпочечников во время

- марафонского бега. — Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, стр. 150—161.
11. Кырге П. К. О критериях оценки минералокортикоидной активности у спортсменов. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та. 1971, вып. 267, стр. 37—43.
  12. Яременко М. С. Околоушная слюнная железа как объект действия антидиуретического гормона. — Физиол. ж. СССР 1967, 53, стр. 974—979.
  13. Baisset, A., Montrastuc, P. Augmentation de la secretion antidiurétique apres courses de 100, 400 et 1000 mtres. — Med. educ. phys. sports. 1962, 26<sup>e</sup> annnee, nr. 2, pp. 119—126.
  14. Koslowski, S., Szczepanska, E., Zielinski, A. The hypothalamo-hypophyseal antidiuretic system in physical exercises. — Arch. int. Physiol. 1967, vol. 75, pp. 218—228.

## KORTISOOLI JA KORTIKOSTEROONI SISALDUSE MUUTUSED SÜLJES 6-MINUTISEL TÖÖL VELOERGOMEETRIL

A. Viru

Resümee

Sülje kortisooli ja kortikosterooni sisaldus määrati 14 täiskasvanud sportlasel (sõudjad 19—30-a.) ja 14 noorel kergejõustiklasel (16—19-a.) enne ja pärast 6-minutist tööd veloergomeetril. Mõlema hormooni sisalduses täheldati mõlemasuunalisi olulisi muutusi. Sülje kortisoolisisalduse ja 17-oksükortikoidide ekskretsiooni muutused olid paralleelsed.

## ALTERATIONS OF SALIVA CORTISOL AND CORTICOSTERONE CONTENT DURING 6-MINUTE WORK ON BICYCLE ERGOMETER

A. Viru

Summary

The saliva cortisol and corticosterone content was determined in 14 adult athletes, (oarsmen, 19—30 years old) and 14 young athletes (track and field, 16—19 years old, before and after 6-minute work on the bicycle ergometer. The saliva cortisol and corticosterone content altered significantly in both directions. Changes in the saliva cortisol content and those of the excretion of the 17-hydroxycorticoids were parallel.

# **КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФУНКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ИЗМЕНЕНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ 11-ОКСИКОРТИКОИДОВ В КРОВИ ПРИ 6-МИНУТНОЙ РАБОТЕ НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ**

**А. А. Виру, Э. А. Виру, Х. Ю. Сильдмяэ**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

В одной из предыдущих работ нами были изучены корреляционные взаимоотношения между показателями двигательных способностей, состояния центральной нервной системы и вегетативных функций при выполнении 6-минутной работы у нетренированных студентов [1]. Повторные же наблюдения над интенсивно тренирующимися бегунами показали, что на различных этапах тренировки взаимоотношения между показателями функций сердечно-сосудистой системы не одинаковы [2, 3]. В настоящей работе мы хотели выяснить, наблюдаются ли у хорошо тренированных спортсменов такие же корреляционные взаимоотношения, какие были отмечены у нетренированных студентов.

При длительных физических нагрузках отмечена зависимость регуляции артериального давления во время работы от уровня снабжения организма гормонами коры надпочечников [4, 5]. В связи с этим, в настоящей работе обращается внимание также на взаимоотношения между показателями функций сердечно-сосудистой системы и изменениями содержания 11-оксикортикоидов в крови при 6-минутной работе.

## **Методика**

Исследовались 44 спортсмена и 27 спортсменок (перворазрядники и мастера спорта по бегу на средние и длинные дистанции, гребле, лыжному спорту или баскетболу, возраст от 19 до 31 года). Они выполняли 6-минутную работу на велоэргометре, мощность работы была в течение первых 5 минут у мужчин

1224 кгм/мин., а у женщин — 840 кгм/мин. Во время последней минуты работы мощность была предельной за счет вращения педалей в предельном темпе при постоянном тормозном сопротивлении. До, во время и в течение 4 минут после работы велась непрерывная регистрация длительности сердечного цикла с помощью кардиотахографа [6], через каждые 10 секунд измеряли артериальное давление по Короткову, используя специальный насос быстрого создания давления в манжете, и через каждые 15 секунд снимали ЭКГ в грудном отведении  $H_1$  по Бутченко. За 5 минут до работы и спустя 6 минут после окончания работы из кубитальной вены брали пробы крови. В гепаринизированной плазме крови определяли 11-оксикортикоиды по Я. Попенс и соавторам [7]. В целой крови определяли содержание молочной кислоты по Barker-Summerson.

Всего проводилось 89 наблюдений.

## Результаты исследования и их обсуждение

Средние величины зарегистрированных показателей сердечно-сосудистой системы и содержания 11-оксикортикоидов и молочной кислоты в крови приведены в таблице 1.

При сопоставлении данных спортсменов и спортсменок выявляется, что у мужчин артериальное давление повышалось и во время работы по заданной мощности и во время «финишного спурта» больше, чем у женщин, несмотря на одинаковую частоту сокращений сердца. Такие различия в реакции артериального давления на физическую работу между мужчинами и женщинами заранее повторно отмечены [8—12] и их иногда связывают с менее высокими функциональными способностями сердца у женщин [8—9]. Послерабочное повышение максимального артериального давления было, однако, у женщин относительно более выраженное, чем у мужчин. Это указывает на возможность существования условий, которые во время непосредственного выполнения работы угнетают повышение артериального давления у женщин больше, чем у мужчин.

Уровень минимального артериального давления был во время работы одинаковый у спортсменов и спортсменок, но после работы у мужчин чаще наблюдался феномен бесконечного тона по сравнению с женщинами. В связи с этим и в связи с более значительным повышением максимального артериального давления во время работы пульсовое давление у мужчин занимало большую площадь, чем у женщин.

В связи с меньшим количеством совершенных в течение последней минуты оборотов педалей (меньшей мощностью работы), у женщин отношение пульс-сумм восстановления (суммарное количество сокращений сердца в течение первых трех минут вос-

Таблица 1

**Средние величины зарегистрированных показателей  
функций сердечно-сосудистой системы**

Показатели	Спортсмены п=53	Спортсменки п=36	Нетренированные студенты (1) п=36
Исходный уровень			
Частота сокращений сердца, уд/мин	68±1,7	71±1,2	85±1,7
Максимальное артериальное давление, мм рт. ст.	125±1,6	124±1,6	138±2,4
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	86±1,6	86±1,9	91±1,7
При работе с заданной мощностью (первые 5 мин работы)			
Частота сокращений сердца, уд/мин	157±2,2	160±2,5	163±1,7
Максимальное артериальное давление, мм рт. ст.	201±3,2	172±4,1	188±3,1
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	92±4,1	97±4,0	105±2,9
При работе с предельной мощностью			
Частота сокращений сердца, уд/мин	181±1,6	179±1,7	173±2,0
Максимальное артериальное давление, мм рт. ст.	203±2,0	180±4,1	190±2,9
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	94±4,5	98±3,8	105±3,4
R—Q, сек	0,10±0,002	0,10±0,003	
Смещение S—T вниз от изоэлектрической линии, мм	1,3±0,22	0,6±0,22	—
Q—T, сек	0,21±0,003	0,21±0,002	—
Систолический показатель, %	0,4±0,05	0,3±0,03	—
Мощность работы, кгм/мин	1573±36	1126±43	995±86
После работы			
Пульс-сумма восстановления ((ПСВ), ударов	400±6,2	402±7,2	429±12,1
ПСВ	4,49±0,15	5,36±0,25	8,10±0,30
КОП			
Разница наивысшей величины максимального давления после работы от его уровня во время работы, мм рт. ст.	9±1,6	14±1,8	2±1,0
Минимальное артериальное давление непосредственно после работы, мм рт. ст.	8±3,1	27±5,9	54±9,3
Площадь пульсового давления за 3 минуты после работы, мм рт. ст.×сек			
100	15,8±0,5	11,1±0,18	5,9±0,38

**Средние величины содержания 11-оксикортикоидов  
и молочной кислоты в крови до и после работы**

Показатели	Мужчины n=53	Женщины n=36
Содержание молочной кислоты в крови после работы, мг%	129±7,6	135±10,0
Содержание 11-оксикортикоидов в плазме крови, мкг%:		
до работы	12,6±0,87	11,1±1,22
после работы	12,1±0,98	13,0±1,33

становления) к количеству совершенных оборотов педалей  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$  было более высоким, чем у мужчин. Это свидетельствует об относительно менее развитых функциональных способностях у спортсменок. Но, несмотря на это, следует отметить, что смещение сегмента S-T вниз от изоэлектрической линии у них было менее выраженное.

При сопоставлении данных, зарегистрированных у спортсменок и нетренированных студенток (данные предыдущей работы [1]), можно отметить, что у спортсменок типичным признаком тренированности является меньшая величина  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$  по сравнению нетренированными студентками. Однако в частоте сокращений сердца во время работы по заданной мощности существенные различия отсутствовали. Очевидно, наилучшая тренированность выражается в скорости восстановления сердечной деятельности после работы и особенно тогда, когда при этом производится учет мощности произведенной работы. При выполнении работы с предельной мощностью деятельность сердца у спортсменок учащалась больше, чем у нетренированных студенток. Это объясняется значительным отставанием в достигнутой мощности работы нетренированными студентками.

Во время работы по заданной мощности максимальное артериальное давление повышалось у нетренированных студенток до более высокого уровня, чем у спортсменок. Однако в отличие от спортсменок, у нетренированных студенток переход к работе с предельной мощностью не обуславливал дальнейшего повышения максимального артериального давления. Этим поддерживается отмеченный у пловцов факт, что при увеличении мощности работы максимальное артериальное давление повышается только при достаточной подготовленности функциональных способностей сердечно-сосудистой системы [13].

Случаев бесконечного тона было больше у спортсменов, чем у нетренированных студенток, подтверждая мнение, что феномен бесконечного тона связан не расстройством, а высокими функциональными способностями сердечно-сосудистой системы [14—16].

Площадь пульсового давления у спортсменов оказалась большей, чем у нетренированных студенток, подтверждая таким образом возможность использования этого показателя при определении тренированности [1, 17, 18]. В значительной площади пульсового давления у спортсменов имели значение как выраженное послерабочее повышение максимального артериального давления, так и более резкое понижение минимального артериального давления непосредственно после окончания работы.

Как показано в таблице 2, данная нагрузка обуславливала весьма значительное повышение содержания молочной кислоты в крови, что указывает на существенное участие анаэробных процессов при энергетическом обеспечении работы мышц в данном случае. Содержание 11-оксикортикоидов изменялось как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Существенные корреляции между зарегистрированными показателями сердечно-сосудистой системы показаны на рис. 1 и 2. Для сопоставления на рис. 3 показаны корреляции между этими же показателями у нетренированных студенток [1]. Выявляется, что в основном корреляции устанавливаются или между

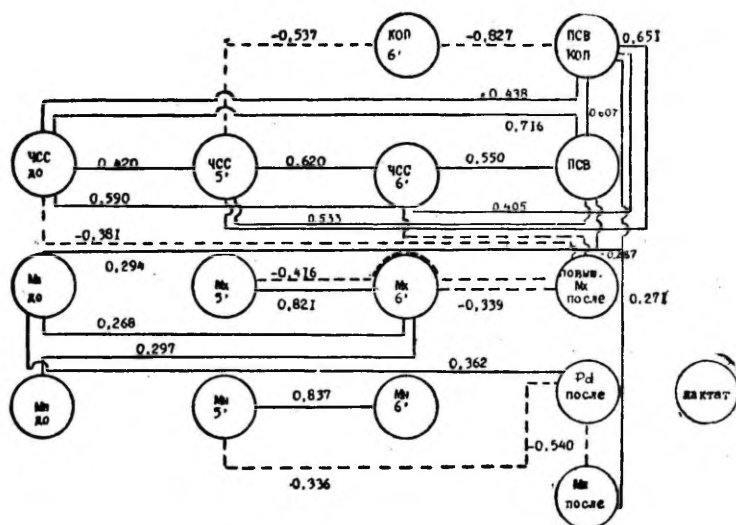
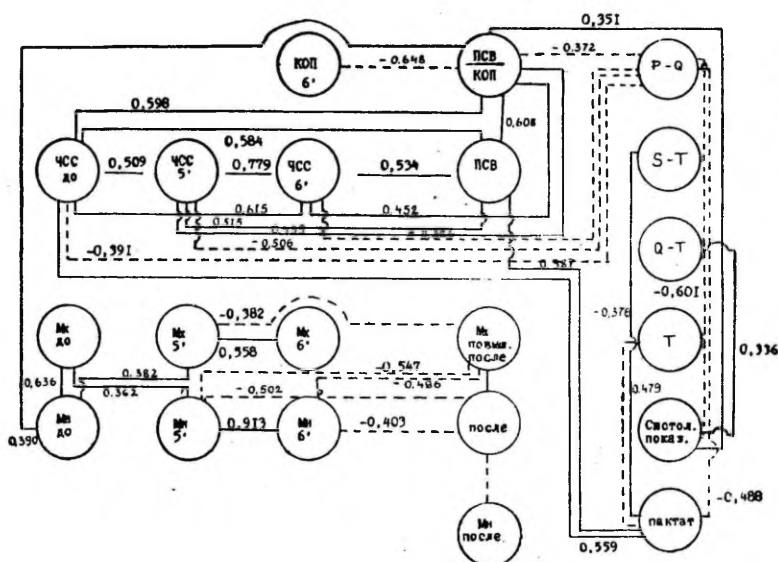


Рис. 1. Существенные корреляционные связи зарегистрированных показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов.





Р и с. 2. Существенные корреляционные связи зарегистрированных показателей сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

показателями артериального давления, или же между показателями частоты сокращений сердца. Как это уже было описано, у нетренированных студентов [1] уровень максимального артериального давления во время работы с заданной и предельной мощностью зависел от его исходного уровня. Этим подтверждается мнение, что факторы, определяющие уровень артериального давления в покое, являются решающими и при установлении уровня во время работы. Однако в отличие от данных нетренированных студентов, уровень минимального давления во время работы не зависел у спортсменов и спортсменок от исходного уровня артериального давления. В свою очередь уровни минимального давления во время работы с заданной и предельной мощностью были у спортсменов и спортсменок во взаимной корреляции, чего не отмечалось у нетренированных студентов.

Повышение максимального артериального давления после работы у тренированных лиц было тем более выражено, чем ниже был уровень артериального давления во время работы, в том числе и во время 5-минутной работы по заданной мощности. У нетренированных же студентов отмечалось противоположное: повышение максимального давления после работы было тем боль-

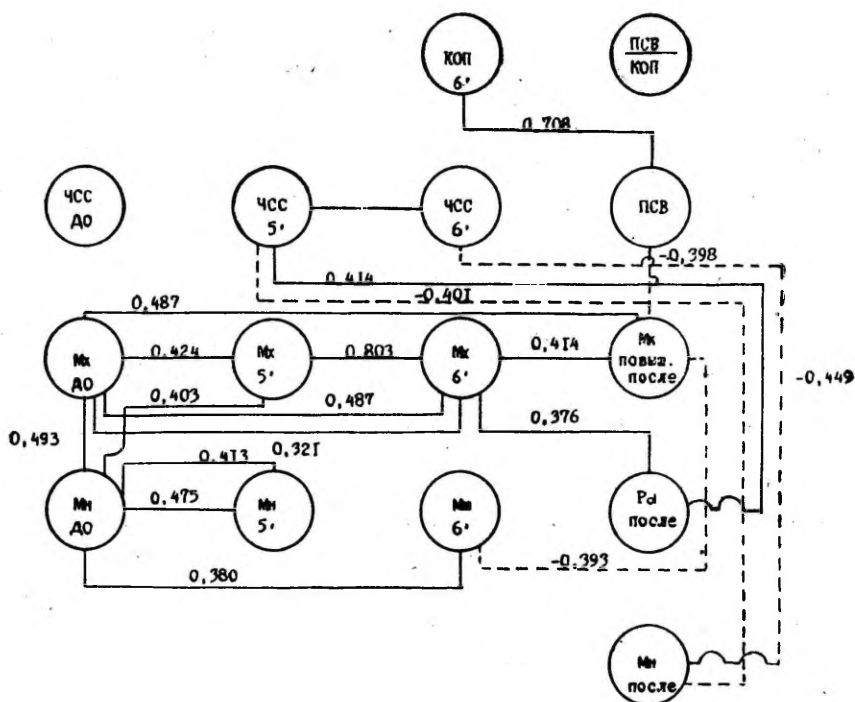


Рис. 3. Существенные корреляционные связи зарегистрированных показателей сердечно-сосудистой системы у нетренированных студентов.

ше, чем выше был его уровень до работы и во время последней минуты работы. Очевидно, кроме скорости процессов выработки [19], в возникновении послерабочего повышения имеют значение и другие факторы. В число их входят факторы, определяющие склонность к гипертонии (положительная корреляция у нетренированных студентов) и факторы, определяющие изменения между уровнем максимального давления до и во время работы, с одной стороны, и его повышением после работы, с другой стороны, во взаимодействии центральных и периферических компонентов регуляции кровообращения при переходе от работы к покою (отрицательная корреляция между уровнем максимального давления во время работы и его повышением после работы, а также между частотой сокращений сердца во время работы с предельной мощностью и повышением максимального давления после работы у нетренированных лиц).

Частота сокращений сердца во время работы с заданной и предельной мощностью и пульс-сумма восстановления (суммар-

ное количество сокращений сердца в течение 3 минут восстановления) оказались взаимосвязанными. У тренированных лиц в эту группу взаимоотношений вошел и исходный уровень частоты сокращений сердца. Отсутствие таких взаимоотношений у нетренированных женщин было объяснено тем, что мы не имели истинных данных о частоте сокращений сердца в покое, поскольку зарегистрированная частота могла зависеть от множества воздействий, в том числе непривычной ситуации эксперимента [1]. Можно полагать, что на спортсменов такие факторы действуют менее резко (например, отсутствие страха перед предстоящей нагрузкой). Но, безусловно, что и на спортсменов и спортсменок факторы такого рода все-таки оказывали свое влияние. Однако весьма важно, что эта реакция была пропорциональна реакции частоты сокращений сердца во время работы. Можно предполагать, что такое влияние на тренированных лиц было обусловлено усилением у них тонуса парасимпатических центров, в результате чего затормаживаются особо выраженные реакции частоты сокращений сердца как до работы, так и во время работы.

Ни частота сокращений сердца во время работы с предельной мощностью, ни пульс-сумма восстановления не оказались в корреляции с достигнутой мощностью работы у спортсменов и спортсменок. По-видимому, в этом отражается неравномерность развития вегетативных и двигательных функций в процессе тренировки. Если пульс-сумма восстановления была выражена в виде отношения к количеству совершенных оборотов педалей, то она сохраняла корреляцию с частотой сокращений сердца во время работы с предельной мощностью. Следовательно, взаимосвязь степени учащения сердечной деятельности во время работы и скорости восстановления ее после работы сохраняется даже при учете совершенной мощности работы.

У спортсменок изучалось также взаимодействие некоторых электрокардиографических показателей, зарегистрированных во время работы с предельной мощностью и с другими результатами. Подтвердилась зависимость длительности интервала  $P-Q$  от частоты сокращений сердца. Отрицательная корреляция длительности интервала  $P-Q$  обнаруживалась не только с частотой сокращений сердца на 6-ой минуте работы, когда была снята электрокардиограмма, но также с частотой сокращений сердца на 5-ой минуте работы и до работы. По-видимому, здесь опять выражается комплекс взаимодействий, в возникновении которых роль тонуса парасимпатических центров немаловажна. На значение тренированности в составлении такого комплекса указывает отрицательная корреляция длительности интервала  $P-Q$  с таким интегральным показателем, как отношение  $\frac{ПСВ}{КОП}$ . Отношение  $\frac{ПСВ}{КОП}$  было в положительной корреляции с систолическим показателем.

По-видимому, чем ниже тренированность (выше  $\frac{ПСВ}{КОП}$ ), тем больше и доля электрической систолы от общей длительности сердечного цикла.

Взаимодействия содержания лактата крови после работы указывали, что чем выше доля анаэробных процессов (выше содержание лактата в крови после работы), тем больше пульс-сумма восстановления, больше смещение сегмента S—T вниз, меньше вольтаж зубца Т и короче интервал P—Q.

Содержание 11-оксикортикоидов в крови после работы было в отрицательной корреляции с мощностью работы, достигнутой на последней минуте работы (у мужчин  $r = -0,398$ , у женщин  $r = -0,436$ ). Эта зависимость выражалась в следующих уравнениях регрессии:

$$\begin{aligned} \text{у мужчин } y &= 28,0 - 0,01 N \\ \text{у женщин } y &= 36,0 - 0,02 N, \end{aligned}$$

где  $y$  — содержание 11-оксикортикоидов в крови (мкг %) спустя 6 минут после работы и  $N$  — мощность работы (кгм/мин.). Индивидуальные различия содержания 11-оксикортикоидов в крови от должной величины, высчитанной на основании вышеприведенных уравнений регрессии, были обозначены как коэффициент Э. При более высоком фактическом содержании коэффициент Э является положительным, а при более низком содержании — отрицательным.

Величина коэффициента Э находится в положительной корреляции с длительностью интервала P—Q ( $r = 0,360$ ) и в отрицательной корреляции с систолическим показателем ( $r = -0,332$ ). На основании этого можно считать, что от эффективности снабжения организма кортикоидами (или от менее значительной элиминации кортикоидов из крови) в определенной мере зависит отношение между интервалами P—Q и Q—T. В частности, при приспособлении к нагрузке, выражающейся в понижении содержания 11-оксикортикоидов в крови в большей мере, чем мощность работы (коэффициент Э отрицательный), можно предполагать отсутствие условий для быстрой реполяризации в клетках миокарда желудочков. В связи с этим длительность электрической систолы в этих случаях больше, чем при избылии циркулирующих кортикоидов (коэффициент Э положительный). В определенной мере о такой возможности говорят резкие изменения в ЭКГ, включая инверсию зубца Т у адреналэктомированных собак во время работы [20].

Коэффициент Э коррелировал еще и со степенью повышения максимального артериального давления после работы ( $r = -0,378$ ) и уровнем минимального давления во время работы с заданной ( $r = 0,358$ ) и предельной мощностью ( $r = 0,331$ ). Этим подтверждается взаимосвязь регуляции артериального давления и снабжения организма кортикоидами.

## Выводы

1. У спортсменов приспособление к работе характеризуется более выраженным повышением максимального артериального давления во время работы при одинаковой частоте сокращений сердца и меньшей величиной отношения пульс-суммы восстановления к единице мощности работы по сравнению со спортсменками.

2. Различия в тренированности выражаются прежде всего в величине отношения пульс-суммы восстановления к единице мощности работы.

3. Изменения артериального давления и изменения частоты сокращений сердца во время работы составляют две группы взаимосвязанных показателей. В группы взаимодействий между изменениями частоты сокращений сердца вошло также сокращение интервала  $P-Q$ .

4. В отличие от нетренированных студенток, у тренированных лиц повышение максимального артериального давления тем более выраженное, чем ниже его уровень во время работы.

5. Чем выше доля анаэробных процессов в энергетическом обеспечении работы мышц (выше содержание лактата в крови после работы), тем больше пульс-сумма восстановления, больше смещение сегмента  $S-T$  вниз, меньше вольтаж зубца  $T$  и короче интервал  $P-Q$ .

6. На эффективность процессов реполяризации в клетках миокарда желудочков, а также на регуляцию артериального давления во время работы оказывает влияние уровень снабжения организма кортикоидами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Унгер Х., Виру А., Кару Т., Рейнтам Ы., Вайксаар А., Виру Э., Сильдмяэ Х., Маароос Я., Тийдо П., Уйбо Е., Прий Э. Коррелятивные связи между показателями физической подготовленности и функциональными способностями организма нетренированных студенток I курса. — Уч. зап. Тартуского ун-та, 1971, вып. 267, 83—105.
2. Pisuks, A. P. Mõningatest treeningukoormuse doseerimise võimalustest mees- ja naisjooksjail intervallmeetodi kasutamisel. Diss. Tartu, 1967.
3. Виру А. А., Писук А. П. К вопросу об изменении коррелятивных связей между отдельными показателями функционального состояния организма в процессе тренировки. — Применение электронно-вычислительной техники в науке о спорте. М., 1968, 7—9.
4. Виру А. А., Виру Э. А. К вопросу об участии коры надпочечников в приспособлении организма к большим тренировочным нагрузкам. — Уч. зап. Тартуского ун-та, 1964, вып. 154, 78—94.
5. Виру Э. А., Виру А. А. К вопросу об участии коры надпочечников в регуляции артериального давления во время длительной нагрузки. — Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, 180—187.

6. Реэбен В. А., Унгер Ю. Р. Кардиотахометр с записью интервалов. — Физиол. ж. СССР, 1960, т. 46, вып. 3, 356—360.
7. Попенс Я. Я., Силиньш Э. А., Витолс И. К. Флюорометрическое определение 11-оксикортикоидов в плазме крови человека. — Вопр. мед. химии 1962, т. 8, вып. 6, 628—633.
8. Мотылянская Р. Е. Функциональные возможности организма женщин к физическим напряжениям. — Теория и практ. ф. к. 1939, вып. 3, 49—50.
9. Мотылянская Р. Е., Лурье Л. Ю., Романова З. Г. Физическое воспитание женщины. М., 1952.
10. Hansson, E., Viru, A., Sildmäe, H. Vereringenäitajate muutused kiiruslike ja kiiruslik-vastupidavuslike pingutuste puhul. — Eesti NSV IV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverentsi kehakultuuri alal. Konverentsi ettekanded. Tallinn, 1961, lk. 46—54.
11. Viru, A. Eesti NSV keskkoolide lõpetanute funktsionaalsetest võimetest. — Eesti NSV kõrgemate koolide ja keskkoolide kehalise kasvatuse õpetajate konverents. Tartu, 1961, lk. 38—46.
12. Виру А. А., Оя С. М., Сильдмэе Х. Ю., Виру Э. А. К вопросу сопряженности изменений частоты сердечных сокращений и артериального давления при спортивных нагрузках и одномоментном беге на месте. — Уч. зап. Тартуского ун-та, Тарту, 1968, вып. 205, 33—43.
13. Оя С. М., Виру А. А., Виру Э. А. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления при плавании на 100 м с предельной и околопредельной скоростью. — Уч. зап. Тартуского ун-та, 1968, вып. 205, 44—53.
14. Шестаков С. В. О причинах возникновения «нулевого» минимального артериального давления и его диагностическое значение. Дисс. Горький, 1941.
15. Кару Т. Э. Приложение корреляционного анализа при изучении воздействия повторных силовых нагрузок на гемодинамику у юных спортсменов. Дисс. Тарту, 1966.
16. Поручиков Е. А. Исследование сосудистого тонуса при физических нагрузках. — Проблемы спортивной кардиологии. М., 1967, 47—49.
17. Арро А. Ю., Виру А. А., Оя С. М., Виру Э. А. О дифференцированной функциональной пробе для детей школьного возраста. — Вопросы спортивной медицины и лечебной физкультуры. Таллин, 1964, 9—11.
18. Виру А. А., Виру Э. А., Пярнат Я. П. Динамика изменений деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной системы как критерий определения тренированности. — VI Республиканская научно-практическая конференция по вопросам спортивной медицины и лечебной физкультуры. Таллин, 1965, 28—30.
19. Виру Э. А. К вопросу динамики изменений артериального давления при физических упражнениях. — Уч. зап. Тартуского ун-та, 1968, вып. 205, 62—73.
20. Валуева Т. К., Филиппова А. Г., Влияние адреналэктомии и мышечной нагрузки на электрокардиограмму. — Механизм действия гормонов. Киев, 1959, 211—218.

# KORRELATIIVSED SEOSSED KARDIOVASKULAARSETE FUNKTSIOONIDE NÄITAJATE JA VERE 11-OKSÜKORTIKOIDIDE SISALDUSE MUUTUSTE VAHEL 6-MINUTISEL TÖÖL VELOERGOMEETRIL

A. Viru, E. Viru, H. Sildmäe

## Resümee

44 mees- ja 27 naissportlast sooritasid veloergomeetril 6-minutilise töö (meestel esimesed 5 minutit võimsusega 1224 kgm/min. ja naistel 840 kgm/min. ning viimane minut suurima suutliku võimsusega). Registreeriti südame löögisageduse, vererõhu ja elektrokardiogrammi (Butšenko N<sub>1</sub> rinnalülituses) muutused. Enne tööd ja 6 minutit pärast töö lõppu võetud venoosses veres määrati 11-oksükortikoidide ja laktaadi kontsentratsioon.

Töö ajal mõõdetud maksimaalne vererõhk tõusis meestel kõrgemale kui naistel, vaatamata erinevuse puudumisele südame löögisageduses. Tööjärgne vererõhu tõus oli aga naistel enam väljendunud kui meestel. Mõlemas grupis täheldati olulist negatiivset korrelatsiooni tööjärgse vererõhu tõusuulatus ja tööaegse vererõhu taseme vahel. Saadud tulemuste võrdlus varasema töö [1] andmetega näitas, et treenitus kajastub eelkõige taastumispulsi summa suhtes sooritatud töö võimsusesse. Südame löögisageduse ja vererõhu muutused moodustasid kaks gruppi korrelatiivseid seoseid (joon. 1—3). P—Q intervalli lühenemine kuulus südame löögisageduse muutuste korrelatiivsete seoste gruppi.

Vere laktaadi tööjärgse taseme korrelatsioonid näitasid, et anaeroobsete protsesside intensiivistumisele kaasneb taastumispulsi summa suurenemine, S—T-segmendi nihe alla, T-saki voltäži vähenemine ja P—Q-intervalli lühenemine.

Vere 11-oksükortikoidide sisalduse muutuste analüüs näitas, et repolarisatsiooni efektiivsusele müokardi rakkudes, samuti vererõhu regulatsioonile töö ajal avaldab mõju kortikoididega varustamise tase.

## INTERRELATIONS BETWEEN INDICES OF THE CARDIOVASCULAR FUNCTIONS AND ALTERATIONS OF THE BLOOD 11-OXYCORTICOID CONTENT DURING 6-MINUTE WORK ON THE BICYCLE ERGOMETER

A. Viru, E. Viru, H. Sildmäe

## Summary

44 sportsmen and 27 sportwomen performed 6-minute work on the bicycle ergometer (first 5 minutes in 1224 kgm per min in men and 840 kgm per min in women and the last minute in highest

power). The alterations of the heart rate, blood pressure and electrocardiogram (chest lead N<sub>1</sub> by Butchenko) were recorded. In the venous blood, taken before and 6 minutes after the work, the 11-oxycorticoid and lactate content were determined.

During the work the maximal blood pressure in men increased to a higher level than in women in spite of the lack of any differences in the heart rate values. However, the increase of the maximal blood pressure after the work was more pronounced in women. In both groups significant negative correlations were observed between the increase of the blood pressure after the work and the level of the blood pressure during the work. The comparison of the obtained results with the data of a previous work (1) showed that fitness is demonstrated first of all in the ratio of the pulse sum of recovery and the unit of power. Heart rate and blood pressure changes made up two groups of interrelations (Fig. 1—3). The shortening of the P—Q interval also belonged to the group of the interrelations between heart rate changes.

The interrelations of the blood lactate level after the work showed that the intensifications of the anaerobic processes are accompanied by the increase of the pulse sum of recovery, shift of the S—T segment downwards, decrease of the voltage of the T pick and shortening of the P—Q interval.

The analysis of the blood 11-oxycorticoid content changes showed that the efficiency of the repolarization in the cells of the myocardium as well as the regulation of the blood pressure during the work are influenced by the level of the corticoid supply.



# **ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ ФУНКЦИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕМ КОРТИКОИДОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ КРОВИ ПРИ НАПРЯЖЕННОЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ РАБОТЕ**

**А. А. Виру, П. К. Кырге, Э. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Большое количество фактов свидетельствует о тесной взаимосвязи между деятельностью сердечно-сосудистой системы, минеральным обменом и различными гормональными механизмами [1—6]. С целью изучения этих взаимоотношений в условиях напряженной кратковременной мышечной работы была проведена настоящая серия наблюдений на 26 бегунах на средние и длинные дистанции и гребцах.

## **Методика**

Исследуемые совершили на велоэргометре 6-минутную работу, причем первые 5 минут она выполнялась с мощностью 1224 кгм/мин, а во время последней минуты мощность работы была предельной за счет вращения педалей в предельном темпе при постоянном тормозном сопротивлении. До, во время и после работы регистрировали частоту сердечных сокращений, артериальное давление и электрокардиограмму в грудном отведении по Бутченко. До работы и 6 минут спустя после ее окончания брали венозную кровь для определения содержания 11-оксикортикоидов [7], натрия, калия и кальция в плазме крови, молочной кислоты и сахара крови в целостной крови, а также натрия и калия в эритроцитах. Взаимодействие изучаемых показателей выявили с помощью корреляционного анализа на электронно-вычислительной машине Урал-4.

## **Результаты исследования и их обсуждение**

Данные, изложенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что используемая нагрузка обуславливала значительную мобилизацию функций сердечно-сосудистой системы.

Изменения показателей функций сердечно-сосудистой системы во время 6-минутной работы на велоэргометре

Показатель	До работы	Работа с мощностью 1234 кгм/мин	Работа с предельной мощностью
Частота сокращений сердца, ударов/мин	$64 \pm 2$	$153 \pm 3$	$177 \pm 2$
Максимальное артериальное давление, мм рт. ст.	$111 \pm 6$	$202 \pm 5$	$206 \pm 5$
Минимальное артериальное давление, мм рт. ст.	$86 \pm 2$	$97 \pm 5$	$91 \pm 7$
Пульсовое давление, мм рт. ст.	$25 \pm 6$	$105 \pm 8$	$115 \pm 9$

Примечание: арифметические средние  $\pm$  средняя ошибка.

Во время последней минуты работы, совершенной с предельной мощностью (в среднем  $1597 \pm 47$  кгм/мин), в электрокардиограмме наблюдалось сокращение интервалов P—Q и Q—T до  $0,101 \pm 0,003$  и  $0,224 \pm 0,004$  сек соответственно, смещение S—T сегмента вниз на  $1,3 \pm 0,3$  мм, укорочение зубца T до  $0,27 \pm 0,3$  мв. При этом повышение содержания молочной кислоты в крови до  $124 \pm 9$  мг% свидетельствовало о том, что при данной нагрузке анаэробные энергетические процессы играли весьма существенную роль. Уровень сахара в крови повышался на  $15 \pm 5$  мг%.

Непосредственно после окончания работы в 22 случаях из 26 минимальное артериальное давление падало до «бесконечного тона». Максимальное артериальное давление повышалось в 15 случаях. В среднем наивысший уровень максимального артериального давления, достигнутый после окончания работы, был на  $13 \pm 3$  мм. рт. ст. выше уровня во время работы.

Уровень максимального артериального давления спустя 3 минуты после окончания работы был  $161 \pm 5$  мм. рт. ст. Средний уровень пульсового давления в течение первых трех минут работы был  $159 \pm 8$ . Пульс-сумма восстановления (количество сердечных сокращений в течение первых трех минут после работы) была  $390 \pm 10$ . Разнонаправленные изменения в электролитах и кортикоидах суммировалась. В таблице 2 изложены средние данные.

В специальной серии наблюдений было установлено, что непосредственно после данной нагрузки наступает повышение содержания кортикоидов в крови, затем следует понижение его [8]. Уровень кортикоидов в крови спустя 6 минут после работы представляет уже не самую высокую, а пониженную концентрацию.

Таблица 2

**Изменения в электролитном составе и содержание 11-оксикортикоидов  
в крови при выполнении 6-минутной работы на велоэргометре**

Показатель	До работы	После работы
Содержание 11-оксикортикоидов, мкг%	13,3±1,5	11,4±1,7
Содержание натрия в плазме, мэкв./л	135,5±1,2	138,0±4,3
Содержание натрия в эритроцитах, мэкв./л	18,3±0,6	18,5±0,6
Содержание калия в плазме, мэкв./л	4,4±0,1	4,4±0,1
Содержание калия в эритроцитах, мэкв./л	82,4±0,7	82,6±0,4
Отношение Na/K в плазме	130,8±0,7	31,4±0,9
Отношение Na/K в эритроцитах	0,22±0,7	0,22±0,7
Содержание кальция в плазме, мэкв./л	6,5±0,1	6,5±0,1

гормона. Разница между исходной концентрацией и спустя 6 минут после работы была в существенной отрицательной корреляции с мощностью, достигнутой на последней минуте работы. Повидимому, здесь отражается зависимость потребления кортикоидов тканями от мощности выполняемой работы: чем больше была мощность работы, тем более понижалось содержание кортикоидов в крови спустя 6 минут после окончания работы. Судя по существенным корреляциям, чем более понижалось содержание 11-оксикортикоидов в крови спустя 6 минут после окончания работы, тем чаще наблюдался феномен «бесконечного тона», короче интервал P—Q, меньше была высота зубца T в ЭКГ на последней минуте работы и отношение Na/K в эритроцитах и больше отношение Na/K в плазме крови.

Коэффициенты корреляции указывали также на существенные взаимодействия минеральных обменов с изменениями функций сердечно-сосудистой системы. Судя по этому, высокому содержанию кальция в крови было свойственно особенно значительное повышение содержания молочной кислоты в крови, учащение сердечной деятельности во время работы, укорочение интервалов P—Q и Q—T и депрессия S—T сегмента. Отношение Na/K и содержание K в крови скоррелировали в виде отрицательной корреляции с уровнем артериального давления во время работы. В этом, очевидно, отражается predominирование вазодилаторного действия ионов калия по сравнению с прессорным действием ионов натрия. Об эффективности такой вазодилатации в смысле

усиленного кровоснабжения работающих мышц свидетельствовала отрицательная корреляция содержания К в плазме крови с содержанием молочной кислоты в крови.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Goldstein, M. S., Ramey, E. R., Levin, R. Relation of muscular fatigue in the adrenalectomized dog to inadequate circulatory adjustment. — Amer. J. Physiol. 1950, 163, 561—565.
2. Чудновский Г. С. Нарушение регуляции водно-солевого равновесия при недостаточности кровообращения. Новосибирск, 1966.
3. Маркель А. Л. Механизмы изменений гемодинамики при глюко- и минералокортикоидной недостаточности. Дисс. Новосибирск, 1967.
4. Попович Д., Сэхлян В. Гормоны и сердечно-сосудистая патология. М., 1969.
5. Колпаков М. Г., Казин М. Э., Маркель А. Л., Мошкин М. П. Анализ нарушений сердечной деятельности у кошек с кортикостероидной недостаточностью. — Бюлл. эксп. биол. мед. 1970, 70, 8, 19—21.
6. Колпаков М. Г., Казин Э. М., Блинова Н. Г., Мошкин М. П., Маркель А. Л. Корреляционные взаимоотношения кровообращения и кортикостероидной функции при физической нагрузке. — Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1972, 2, 101—113.
7. Попенс Я. Я., Силиньш Э. А., Витольс И. К. Флюорометрическое определение 11-оксикортикоидов в плазме крови человека. Вопр. мед. химии 1962, 8, 628—633.
8. Viru, A. Dynamics of blood corticoid content during and after short-term exercise. — Endokrinologie, 1972, 59, 61—68.

## SÜDAME-VERESOONTE SÜSTEEMI TALITLUSE NING VERE KORTIKOIDIDE JA ELEKTROLÜÜTIDE SISALDUSE MUUTUSTE OMAVAHELISTEST SEOSTEST PINGELISEL LÜHIAEGSEL TÖÖL

A. Viru, P. Kõrge, E. Viru

### Resümee

26 sportlast sooritasid veloergomeetril 6-minutise töö (esimesed viis minutit võimsusega 1224 kgm/min, viimane minut maksimaalse võimsusega). Tulemused näitasid, et mida madalamale langes 6. tööjärgseks minutiks vere 11-oksikortikoidide sisaldus, seda sagedamini esines nn. lõputu toon, lühem oli P—Q-intervall, väiksem oli EKG T-saki voltaaz (Butšenko rinnaalülituses) töö viimasel minutil, madalam oli Na/K suhe erütrotsüütides ning kõrgem oli Na/K suhe plasmas. Ca-sisalduse tõus vereplasmas korreleerus piimhappe kontsentratsiooniga ja südame löögisageduse tõusuga, P—Q- ja Q—T-intervalli lühenemisega ning S—T-segmendi depressiooniga. Plasma Na/K väärtus ja K tase olid töö ajal vererõhuga negatiivses korrelatsioonis.

# **INTERRELATIONSHIPS BETWEEN CHANGES OF THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF CARDIOVASCULAR SYSTEM AND BLOOD CORTICOIDS AND ELECTROLYTE CONTENTS DURING SHORT-TERM WORK**

**A. Viru, P. Kõrge, E. Viru**

## **S u m m a r y**

26 sportsmen performed 6-minute work on the bicycle ergometer (first 5 minutes in 1224 kgm per min, the last minute in highest power). The results revealed that the lower was the blood 11-oxycorticoid level 6 minutes after the work the more frequently was the phenomenon of the "O-tone" observed, the shorter was the P—Q interval, the less the voltage of the T pick of ECG (in the Butshenko chest lead) at the last minute of work, the lower the Na/K quotient in erythrocytes and the higher was the Na/K quotient in plasma. The Ca content in plasma was in correlation with the increase of the lactate concentration and heart rate as well as with the shortening of the P—Q and Q—T interval and S—T depression. The Na/K quotient and K level in plasma was in negative correlation with the blood pressure level during the work.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

**А. А. Виру, Т. Э. Кару, Э. А. Виру, П. К. Кырге,  
А. О. Прулер, Я. А. Маароос**

Кафедра физиологии спорта и проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной деятельности

Определению функциональных способностей сердечно-сосудистой системы принадлежит центральное место во врачебном контроле. В ряде случаев оно является ведущим показателем при определении эффективности тренировки.

Для изучения функциональных способностей сердечно-сосудистой системы необходимо зарегистрировать функциональные изменения при нагрузках, требующих весьма значительной, или еще лучше — предельной мобилизации функциональных резервов кровообращения. Кроме того:

- 1) необходимо по возможности точно дозировать нагрузку;
- 2) целесообразно по возможности получать необходимые показатели без особой аппаратуры;
- 3) полученные показатели должны представлять возможность не только качественной оценки (хорошо или плохо, здоровый или больной, тренированный или нетренированный), но они должны давать также возможность для подробной количественной оценки.

Последнее приобретает особую значительность при изучении эффективности спортивной тренировки или физического воспитания по коротким этапам.

Этим требованиям очень хорошо соответствует Гарвардский степ-тест, предложенный Л. Бруа и сотрудниками в 1943 году [1, 2]. Этот популярный тест заслуживает внимания тренеров и спортсменов в связи с тем, что простота его проведения позволяет широко пользоваться им также в педагогическом контроле и самоконтроле.

### **Методика**

Гарвардский степ-тест заключается в определении восстановления частоты сокращения сердца после повторных подъемов на

скамейку высотой 50,8 см в течение 5 минут. При этом строго соблюдается темп подъемов — 30 раз в минуту.

При невозможности продолжать подъемы в заданном темпе работа прекращается. Частота пульса подчитывается три раза в течение 30 секунд:

с 1 мин. до 1 мин. 30 сек., с 2 мин. до 2 мин. 30 сек., с 3 мин. до 3 мин. 30 сек. и после окончания работы.

Индекс вычисляют по формуле: Индекс функциональных способностей сердечно-сосудистой системы-

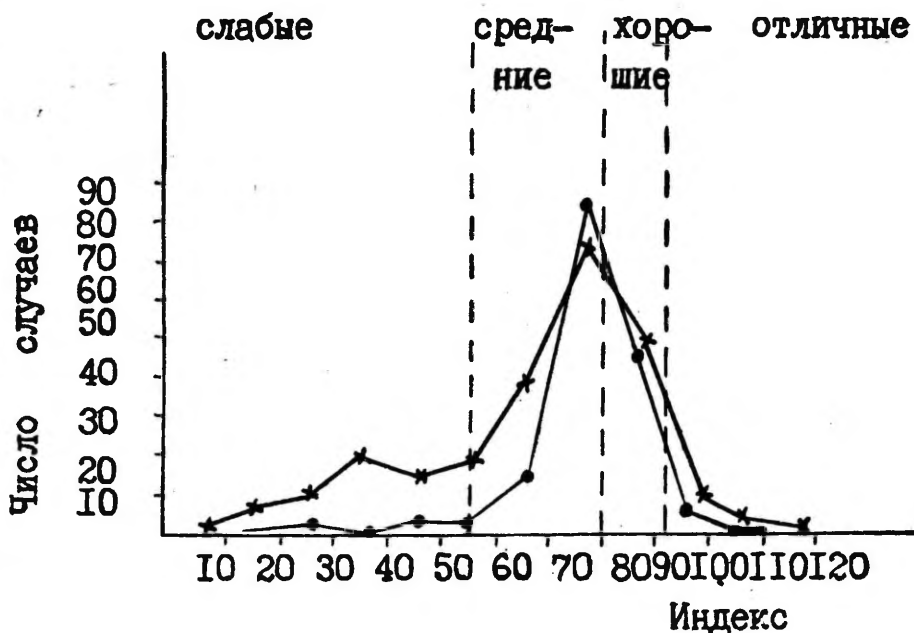
$$\frac{\text{Длительность работы в сек.} \times 100}{\text{сумма трех подсчетов пульса} \times 2}$$

Ценность этого теста еще в том, что результаты теста можно оценить качественно по стандартам, разработанными на основании изучения очень больших контингентов.

По разработанным стандартам функциональные способности сердечно-сосудистой системы считаются слабыми при индексе меньше 55, средними — при индексе 56—79, хорошими — при индексе 80—99 и отличными — при индексе выше 90. Возникает вопрос, соответствуют ли эти стандарты функциональным способностям сердечно-сосудистой системы вообще для нашей молодежи?

В данной работе проверялась правомерность этих стандартов при исследовании большого контингента студентов Тартуского государственного университета (выбор случайный). Тест был проведен со 171 студентом и 252 студентками (возраст 18—27 лет), которые при врачебном обследовании были признаны клинически здоровыми. Среди исследуемых были 60 спортсменов разрядников: I разряд имели 4 студента и 4 студентки; II разряд — 10 студентов и 13 студенток и III разряд — 15 студентов и 14 студенток. Студенты физкультурного факультета не входили в данный контингент.

При проведении теста выяснилось, что данная нагрузка является непосильной для значительной части студенток. Сравнительно большое количество студенток были не в состоянии совершить подъемы в заданном темпе в течение 5 минут. Следовательно, для женщин целесообразно понизить высоту подъема в результате чего значительно уменьшатся случаи прекращения работы до 5 минут. Данные изучения газообмена во время степ-теста также показывают на целесообразность понизить высоту ступени для женщин [3]. В связи с этим для студенток мы пользовались модификацией Гарвардского степ-теста, предложенной А. В. Слыун [4]. В данной модификации высота подъема 46 см, но остальные условия те же самые. Непосредственно после окончания подъемов проводился дополнительный подсчет пульса в течение 10 секунд.



x — x    ♀  $M \pm \sigma = 69,5 \pm 18,8$

• — •    ♂  $M \pm \sigma = 76,0 \pm 16,8$

Рис. Распределение индексов степ-теста у студентов и студенток.

### Результаты исследования

Полученные данные показали, что в 87% случаев у студенток и в 80% у студентов частота сокращений сердца повышалась к концу нагрузки выше 170 ударов в минуту, а в 10% даже выше 200 ударов в минуту, что свидетельствует о высоком напряжении в деятельности сердечно-сосудистой системы.

Судя по вычисленному индексу, 9% исследуемых студенток и 15% студентов имели отличные функциональные способности сердечно-сосудистой системы, 23 и 54% — хорошие, 48 и 53% — средние, а 20 и 7% — слабые функциональные способности сердечно-сосудистой системы. Таким образом, полученные нами результаты дают картину нормального распределения «с вершиной» при оценке средних функциональных способностей (рис.).



Очевидно, в распределении нашего материала и материала американских ученых, на основе которого были выработаны стандарты, не имеется существенных различий. Это оправдывает применение у нас соответствующих американских стандартов.

Средний индекс (и его квадратическое отклонение) у студентов равнялся  $76 \pm 16,8$  (коэффициент вариации 22%) и у студентов —  $69,5 \pm 18,8$  (коэффициент вариации 27%). Таким образом, в обоих случаях средний индекс находился в зоне оценки «средние».

### Обсуждение результатов

Хорошие возможности для строгого дозирования нагрузки и возможность как качественно, так и количественно оценить функциональные способности сердечно-сосудистой системы делают Гарвардский степ-тест хорошим средством при определении эффективности тренировки. Вышеизложенные факты подтверждают также правомерность использования американских стандартов при оценке функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у эстонских студентов.

По опыту, приобретенному нами, индекс Гарвардского степ-теста весьма хорошо отражает изменения так называемой общей тренированности в течение тренировочного года. Однако, если он будет использован в качестве показателя эффективности специальной тренировки, то следует иметь в виду, что он почти никогда не является интегральным показателем специальной тренированности, в том числе и при видах спорта, требующих выносливости. В последнем случае в нем отражается лишь одна сторона специальной тренированности — развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы.

Это хорошо доказывается проведенными нами исследованиями среди гребцов-академистов сборной команды ДСО профсоюзов [5]. Выяснилось, что между индексом степ-теста и результатами бега на кросс (как показатель общей физической подготовки наиболее тесно связан с функцией аппарата кровообращения) не наблюдалось достоверной связи. Однако достоверная зависимость определялись между количеством потребления кислорода и результативностью бега. Чем ниже было потребление  $O_2$  во время последней минуты степ-теста или на первой минуте восстановительного периода, тем относительно выше была результативность.

Таким образом, для получения более точной оценки состояния организма необходимо стремиться расширить объем получаемой информации. В связи с этим можно рекомендовать три разновидности методики проведения степ-теста:

1. Проведение теста по вышеуказанной методике, т. е. регистрируется только ход восстановления пульса — рекомендуется

применять в массовых исследованиях, в педагогическом контроле, проводимом тренерами, наблюдающими за эффективностью тренировки, и при самоконтроле спортсменов.

2. Проведение теста по вышеуказанной методике, включая повторные измерения артериального давления на первой минуте и на второй половине второй и третьей минуты, т. е. на отрезках времени, свободных от подсчета пульса, а также подсчет пульса в течение первых 10 секунд после окончания работы — рекомендуется применять при диспансеризации спортсменов.

3. В углубленных обследованиях рекомендуется проведение теста, включая по возможности: а) повторные измерения артериального давления в течение всего 3-минутного периода восстановления; б) сбор выдыхаемого воздуха для определения потребления кислорода во время нагрузки и в восстановительном периоде; в) повторные съемки ЭВГ в грудном отведении по Бутченко.

При этом для регистрации настоящей кривой восстановления артериального давления, на основе которой дается оценка типу реакции по Летунову, необходимо измерить артериальное давление 4—6 раз в минуту. Это можно успешно проделать, если для создания давления в манжетке вместо обыкновенного баллона использовать более мощный насос.

## Выводы

Гарвардский степ-тест является удобным и информативным методом изучения функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, в частности, в массовых обследованиях. Распределение величин индекса среди эстонских студентов существенно не отличается от полученных данных американской молодежи. Этим оправдывается применение американских стандартов при оценке функциональных способностей сердечно-сосудистой системы для эстонской молодежи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brouha, L., Heath, C. W., Graybiel, A. Step-test simple method of measuring physiological fitness for hard muscular work in adult man. — *Rev. canad. Biol.* 1943, vol. 2, pp. 86—92.
2. Brouha, L. The step test. A. Simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. — *Research Quart.* 1943, vol. 14, pp. 31—36.
3. Ricci, B., Baldwin, K., Hanes, R., Feis, J. Energy cost and efficiency of Harvard Step-test performance. — *Int. Zschr. angew. Physiol.* 1966, Bd. 22. S. 125—130.
4. Sloan, A. W. Modified Harvard step-test for women. — *J. appl. Physiol.* 1959, vol. 14, pp. 985—986.
5. Маароос Я., Кару Т. Об использовании степ-теста вместе с определением потребления кислорода для оценки качества выносливости. — *Врачебный контроль за спортсменами в процессе тренировки.* Рига, 1969, стр. 27—29.

# **HARVARDI STEP-TESTI KASUTAMINE SÜDAME- VERESOONTE SÜSTEEMI FUNKTSIONAALSETE VÕIMETE UURIMISEL**

**A. Viru, T. Karu, E. Viru, P. Kõrge, A. Pruler, J. Maaros**

## **Resümee**

Harvardi step-testi sooritasid 171 mees- ja 252 naisüliõpilast. Meesüliõpilased sooritasid testi originaalkujul, naisüliõpilased A. Sloani modifikatsioonina. Tulemused jagunesid vastavalt normaalsele jaotuskõverale, mille tipp paikneb hinde «rahuldav» piirides. Järeldati, et USA noorsoo uurimise põhjal väljatöötatud standard skaala on kasutatav eesti üliõpilasnoorsool hinnangu andmiseks südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete kohta.

## **USAGE OF HARVARD STEP-TEST IN ASSESSMENT OF CARDIOVASCULAR FITNESS**

**A. Viru, T. Karu, E. Viru, P. Kõrge, A. Pruler, J. Maaros**

## **Summary**

The Harvard step-test was performed by 171 male and 252 female students. Male students performed the test in the case of original form. In female students A. Sloan's modification was used. Distributions of the results corresponded to the normal distribution schedule, with the pick in the area of the "average cardiovascular fitness". It was concluded that the standard scale, worked out in study of the American youth can be used in the evaluation of the cardiovascular fitness of Estonian students as well.

## **О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДЕЖИ, ПРИНЯТОЙ В ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Э. А. Виру, А. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Предыдущее исследование развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у учащихся средних школ Эстонской ССР выявило большие индивидуальные различия среди выпускников средних школ и указало на возможность дисгармонического развития двигательных качеств и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы [1]. В данной работе проанализирован материал, собранный с целью выявления различий в развитии функциональных способностей сердечно-сосудистой системы в зависимости от места нахождения школы.

При изучении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы в массовых исследованиях хорошо применять метод Гарвардского степ-теста [2—4]. Многочисленные исследования показали хорошую информативность данного метода [5—12]. Из этого метода исходили и мы в настоящем исследовании, целью которого было выявление эффективности физического воспитания в наших школах в аспекте развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы.

### **Методика**

Эффективность физического воспитания можно определить тремя путями, а именно:

- 1) динамические наблюдения на одном определенном контингенте;
- 2) изучение контингента молодежи, окончившей школу;
- 3) сопоставление фактических данных с выработанными стандартами.

В представленном сообщении будут рассмотрены данные, собранные по второму и частично по третьему пути.

Так как большая часть из окончивших общеобразовательные школы продолжают учебу в вузах, то в качестве исследуемых взяли юношей и девушек, только что принятых в университет. Успешное поступление в университет не зависит непосредственно от функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Поэтому студенческий контингент можно рассматривать как случайный выбор (в отношении изучаемой функции) от общей совокупности.

Наблюдения проводились осенью 1967 года во время первых занятий по физическому воспитанию. Контингент исследуемых состоял из 171 студента и 252 студенток; сюда не включили студентов, принятых на физкультурный факультет, а также студентов, назначенных амбулаторией университета в медицинскую спецгруппу. Среди исследуемых было 62 спортсмена-разрядника, из них 6 имели первый, 27 — второй и 29 — третий спортивные разряды. Из 423 исследуемых 358 окончили школу весной этого же года. 9 исследуемых получили среднее образование в школах рабочей молодежи, а остальные — в средних школах и средних специальных учебных заведениях.

Гарвардский степ-тест оказался непосильным для большинства студенток. Поэтому для студенток применили модификацию теста по Слыун [13]. Студенты справились с оригинальным Гарвардским степ-тестом.

### Результаты исследования

В таблице представлен материал об эффективности физического воспитания по месту нахождения школ. Статистическое сравнение средних величин индекса Гарвардского степ-теста не выявило существенных различий между группами, в которые вошли окончившие:

- 1) таллинские школы,
- 2) тартуские школы,
- 3) школы средних городов республик,
- 4) школы маленьких городов и деревни.

Единственным исключением был существенно более высокий уровень функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у выпускников тартуских школ по сравнению выпускниками школ средних городов республики.

О многом говорило распределение материала внутри групп. Наибольшее количество оценок «слабые» (доходя до 29—31%) наблюдалось среди студенток, окончивших средние школы Тарту, а также школы маленьких городов и деревень (рис. 1).

В связи с этим возникает необходимость проанализировать состояние физического воспитания девушек в соответствующих

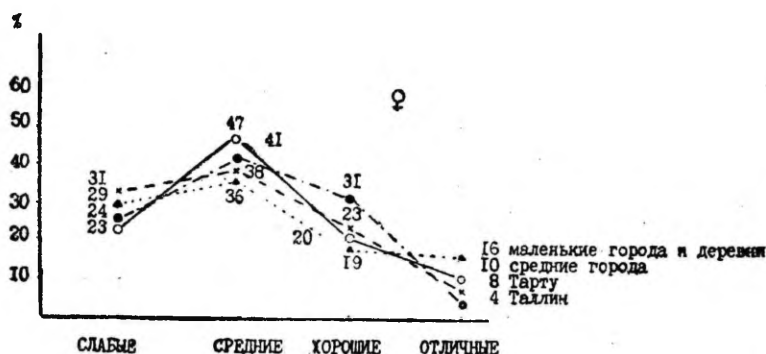


Рис. 1. Распределение результатов Гарвардского степ-теста у студенток. На ординате — процент случаев, на абсциссе — оценка по стандартной шкале.

Т а б л и ц а

Распределение функциональных способностей сердечно-сосудистой системы в зависимости от местонахождения средних школ, оконченных обследуемыми весной этого года

Средние школы, оконченные обследуемыми	Количество обследуемых	Средний индекс	Оценки функциональных способностей			
			отличные	хорошие	средние	слабые
Таллин	Девушки.	$70 \pm 2,86$	4%	31%	41%	24%
Тарту	46	$68 \pm 2,54$	8%	23%	38%	31%
Вильянди, Пярну, Выру, Раквере, Тапа, Хаапсалу, Йыгева, Кохтла-Ярве, Валга, Кингисепп, Пайде	64					
Другие	69	$65 \pm 2,40$	10%	20%	47%	23%
	58	$70 \pm 2,76$	16%	19%	36%	29%
Таллин	Юноши	$79 \pm 1,97$	13%	39%	45%	3%
Тарту	31	$82 \pm 2,49$	4%	46%	42%	8%
Вильянди, Пярну, Выру, Раквере, Тапа, Хаапсалу, Йыгева, Кохтла-Ярве, Валга, Кингисепп, Пайде	24					
Другие	28	$76 \pm 1,53$	0%	25%	68%	7%
	43	$76 \pm 2,51$	9%	35%	49%	7%

средних школах и выяснить, почему примерно у третьей части учениц физическое воспитание остается малоэффективным в отношении развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. При этом любопытно отметить, что у выпускников средних школ маленьких городов и деревень наблюдалось и наибольшее количество оценок «отлично». Этот факт, очевидно, подтверждает наличие хороших предпосылок для развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы в деревне и в маленьких городах.

В группе студентов распределение данных более равномерное (рис. 2). Только у студентов, окончивших тартуские школы, выявляется тенденция к превалированию оценок «хорошо» и «отлично».

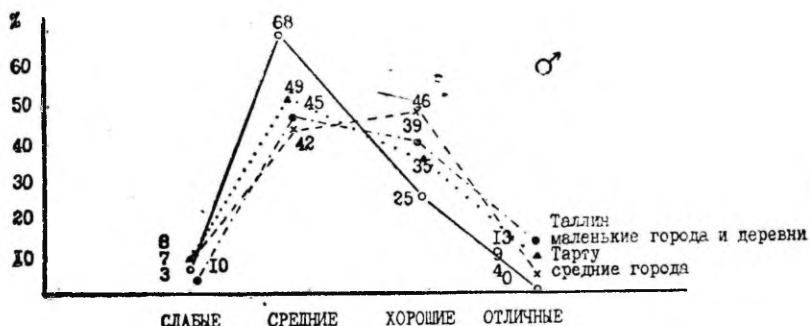


Рис. 2. Распределение результатов Гарвардского степ-теста у студентов. На ординате — процент случаев, на абсциссе — оценка по стандартной шкале.

У исследуемых, которые поступили в университет после нескольких лет работы, получили в основном такие же результаты, как у исследуемых, окончивших школу в этом же году. У студентов, работавших в течение нескольких лет до поступления в университет, индекс Гарвардского степ-теста был  $70 \pm 3,6$ , а у остальных студенток —  $69,5 \pm 1,2$ . У студентов, поступивших в университет после работы или службы в армии, индекс был  $72 \pm 4,7$ , у остальных —  $76 \pm 1,3$ . Таким образом, нет основания констатировать, что в течение первых лет после окончания средней школы происходили существенные изменения в функциональных способностях сердечно-сосудистой системы.

## Выводы

1. Общий уровень функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у всех групп выпускников средних школ, разделенных по месту нахождения школ, соответствует оценке «средние».

2. У выпускников Тартуских школ наблюдается относительно большое количество оценок «хорошие и отличные функциональные способности сердечно-сосудистой системы». У выпускниц Тартуских школ отмечается относительно большое количество оценок «слабые» функциональные способности.

3. У выпускниц средних школ, расположенных в маленьких городах и в деревнях, наблюдается относительно большое количество оценок как «слабые», так и «отличные функциональные способности сердечно-сосудистой системы».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виру А. А. Об особенностях развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников средней школы Эстонской ССР. — Сборник докладов 4-ой научной конференции Таллинского н/и института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1963, 318—320.
2. Brouha, L., Heath, C. W., Graybiel, A. Step-test, simple method of measuring physiological fitness for hard muscular work in adult man. — *Rev. canad. Biol.* 1943, vol. 2, pp. 86—92.
3. Brouha, L. The step-test. A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. — *Research Quart.* 1943, vol. 14, pp. 31—36.
4. Виру А. А., Кару Т. Э., Виру Э. А., Кырге П. К., Прулер А. О., Маароос Я. А. Применение Гарвардского степ-теста при изучении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Уч. зап. Тартуского ун-та. (настоящий выпуск).
5. Cullimbine, H., Bibile, S. W., Wirkamanayane, T. W., Watson, R. S. Influence of age, sex, physique and muscular development on physical fitness. — *J. appl. Physiol.* 1950, vol. 2, pp. 488—511.
6. Montoye, H. J. Inter-relation of maximum pulse rate during moderate exercise, recovery pulse rate and post-exercise blood lactate. — *Research Quart.* 1953, vol. 24, pp. 453—458.
7. Maxfield, M. E., Brouha, L. Validity of heart rate as an indicator of cardiac strain. — *J. appl. Physiol.* 1963, vol. 18, pp. 1099—1104.
8. Sloan, A. Der Harvard Step-Test zur Prüfung der Leistungsfähigkeit. — *Trangel* 1963, vol. 5, pp. 358—563.
9. Mathews, D. K. Measurement in physical education. 2nd. edit. Philadelphia & London, W. B. Saunders Co. 1964.
10. Ogawa, S., Katsuta, S., Aoni, J. Studies on the application of the step-test on children. — *Bull. Inst. Sport. Sci., Tokio* 1964, vol. 2, pp. 1—2.
11. Wojeilszani, I., Burkhard, K., Lisiecki, A. Analiza próby harwardzkiej step-testu na the próby biegowy jako kryterium oceny wydolności fizycznej. — *Wych. fiz Sport, Warszawa* 1965, t. 9, s. 389—405.
12. Lukawska, M. Step-test Harvardzki jako jedna z method określających stopień wytrzymałości układu serce-naczyniowego zawodników — *Gimnastyka, Warszawa* 1966, nr. 6, s. 16—20.
13. Sloan, A. W. Modified Harvard step-test for women. — *J. appl. Physiol.* 1959, vol. 14, pp. 985—986.



# **TARTU RIIKLIKKU ÜLIKOOLI VASTUVÕETUD NOORTE SÜDAME-VERESOONTE SÜSTEEMI FUNKTSIONAALSESTEST VÕIMETEST**

**E. Viru, A. Viru**

**Resümee**

Harvardi step-testi abil uuriti 171 mees- ja 252 naisüliõpilast, kes olid äsja vastu võetud Tartu Riiklikku Ülikooli. Uuritavad jaotati keskkooli lõpetamise kohtade järgi nelja rühma: Tallinna, Tartu, keskmiste linnade ning väikeste linnade ja maakoolide abiturientid. Tartust tulnud meesüliõpilastel esines kõige suurem protsent hindeid «head ja väga head funktsionaalsed võimed», Tartust tulnud naisüliõpilastel aga kõige suurem protsent hindeid «nõrgad funktsionaalsed võimed». Väikelinnadest ja maalt tulnud naisüliõpilastel oli suhteliselt rohkem hindeid «nõrk» ja «väga hea».

## **CARDIOVASCULAR FITNESS OF THE FIRST YEAR STUDENTS OF TARTU STATE UNIVERSITY**

**E. Viru, A. Viru**

**Summary**

171 first year male and 272 first year female students performed the Harvard step-test. According to the place of their secondary school the students were divided into 4 groups: school-leavers from Tallinn and Tartu, middle-size towns, small towns and the country. The per centage of "good" and "very good cardiovascular fitness" among the male school-leavers from Tartu and that of "poor cardiovascular fitness" among the female school-leavers from Tartu were the highest. Among the female school-leavers from small towns and the country a comparatively high frequency of both "poor" and "very good cardiovascular fitness" was established.

## **СТАНДАРТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА У ЭСТОНСКИХ ШКОЛЬНИКОВ**

**Э. А. Виру, А. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Оценка индивидуального возрастного развития и влияния физического воспитания на него предполагает наличие возрастных стандартов соответствующего параметра. Выработке таких стандартов для некоторых физиологических функций, к сожалению, уделяется мало внимания.

В США выработаны стандарты для оценки результатов различных вариантов степ-теста [1—4]. Степ-тесты, как правило, отличаются простотой и в то же время высокой информативностью. Они легко применимы в исследованиях массовых контингентов, в том числе и при изучении индивидуального возрастного развития. При изучении большой группы эстонских студентов с помощью Гарвардского степ-теста [1, 2] и студенток, в модификации данного теста по А. Слыун [4], выяснилось, что распределение величин индекса теста среди эстонских студентов и студенток существенно не отличается от распределения данных, собранных у американской молодежи. В связи с этим при оценке результатов этого теста оправдывается применение американских стандартов у эстонских студентов, и очевидно, также у других контингентов людей зрелого возраста [5]. Но в отношении оценки функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников этот вопрос остается открытым.

Данные, полученные при исследовании эстонских девушек среднего и старшего школьного возраста с помощью модификации Гарвардского степ-теста по В. Скубик и Д. Ходкинс [6], показали, что в возрасте 13—14 лет и в 15—17 лет у половины исследованных эстонских девушек получен результат, соответствующий оценке «отлично» по американской школе. Оценки «плохо» вообще отсутствовали [7]. Аналогичные данные получали и исследователи Таллинского научно-исследовательского института

эндокринологии, микробиологии и гигиены [8]. Следовательно, применение стандартов теста Скьюбик-Ходкинс не оправдано при оценке функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у эстонских девушек.

Целью настоящей работы является уточнение стандартов для оценки результатов Гарвардского степ-теста у эстонских школьников.

### Методика

С помощью Гарвардского степ-теста изучались функциональные способности сердечно-сосудистой системы 2026 школьников. Исследовались ученики 1-ой, 2-ой и 21-ой Таллинских средних школ, 8-ой Тартуской школы, Вильяндиской 1-ой средней школы, Пярнуской 1-ой средней школы, Кингисеппской средней школы, Ряпинской средней школы, Вяндраской средней школы, Холстреской, Выхмаской и Вильяндиской 4-й 8-летней школы. Возраст исследуемых был в пределах 11—18 лет. Все исследуемые были зачислены школьниками врачами в основную группу на уроках физического воспитания и являлись «практически здоровыми». 54% школьников из изученного контингента занимались спортом в порядке внеклассовых и внешкольных форм занятий. 33% исследуемых имели спортивный разряд.

### Результаты и их обсуждение

Полученные данные (табл. 1) не выявили существенных различий в индексе функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников в возрасте с 11 до 18 лет. Судя по коэффициенту вариации (К. В.), индивидуальные данные среди групп почти одинаковы.

Эти данные создают впечатление отсутствия возрастного различия функциональных способностей сердечно-сосудистой систе-

Таблица 1

Величины индекса Гарвардского степ-теста по возрастным группам

Возраст	Подростки и юноши			К. В.	Девушки			К. В.
	n	$M \pm m$	$\sigma$		n	$M \pm m$	$\sigma$	
11—12 л.	203	$89 \pm 0,7$	9,6	10,8	198	$83 \pm 0,9$	12,2	14,7
13—14 л.	241	$87 \pm 0,7$	10,2	11,7	244	$81 \pm 0,8$	11,8	14,6
15—16 л.	315	$86 \pm 0,5$	9,7	11,3	392	$82 \pm 0,6$	12,3	15,0
17—18 л.	186	$86 \pm 0,7$	9,5	11,0	247	$81 \pm 0,8$	12,3	15,2
11—18 л.	945	$87 \pm 0,3$	9,5	10,9	1081	$82 \pm 0,4$	12,2	15,0

Кол-во  
случаев

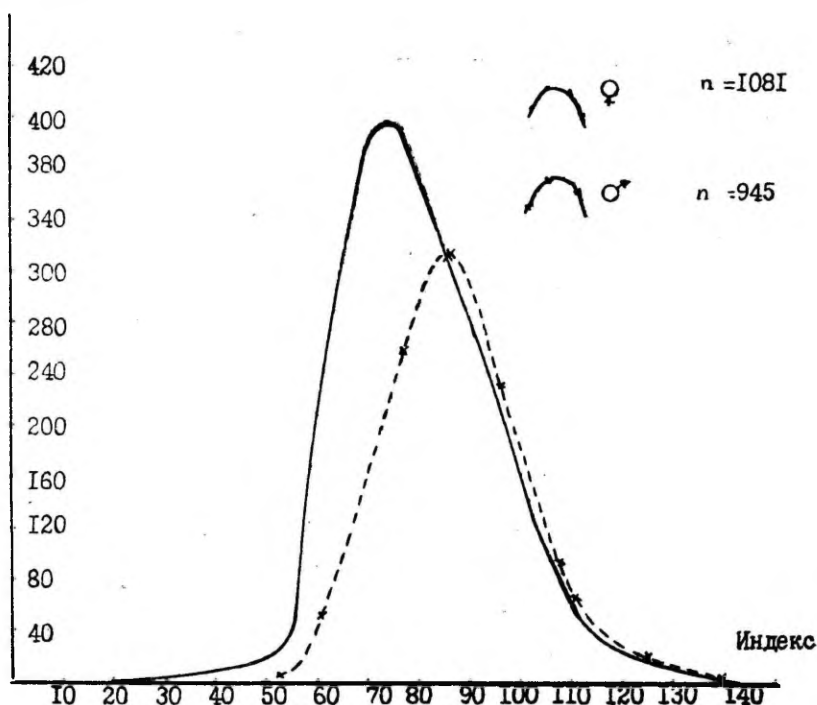


Рис. Распределение результатов Гарвардского степ-теста у эстонских школьников. На ординате — количество случаев, на абсциссе — величина индекса.

мы в среднем и старшем школьном возрасте. Однако это не согласуется с данными многих исследователей [9—13]. При трактовке результатов степ-теста приходится учитывать, что здесь нагрузка на организм исследуемого зависит от собственного веса. С возрастом у школьников увеличивается вес тела и поэтому повышается нагрузка. Отсутствие различий между возрастными группами указывает в этих условиях на то, что развитие функций сердечно-сосудистой системы протекает в хорошей согласованности с увеличением веса. В свою очередь этим создаются хорошие предпосылки для использования индекса Гарвардского степ-теста в качестве критерия эффективности физического воспитания и спортивной тренированности школьников, поскольку в нем не отражается нормальное возрастное развитие.

По сравнению с данными, зарегистрированными у студентов и студенток (возраст 18—27 лет) [5], величины индекса у школь-

ников существенно выше (у юношей и подростков  $d \pm m_d = 11 \pm 1,3$ ;  $t=8,46$ ;  $P<0,01$ , у девушек  $d \pm m_d = 12,5 \pm 1,3$ ;  $t=9,62$ ,  $P<0,01$ ). По-видимому, корреляция между возрастным развитием функций сердечно-сосудистой системы и увеличением веса нарушается при достижении совершеннолетия. По всей вероятности, из-за относительно большого увеличения веса тела индекс, характеризующий функциональные способности сердечно-сосудистой системы, стабилизируется у взрослых на менее высоком уровне, чем у школьников.

Интересно отметить, что понижение величин индекса Гарвардского степ-теста с возрастом было отмечено также у молодежи Цейлона, но уже с 14-летнего возраста. У них с 10—13 лет средний индекс был в пределах 87—89, а в 14—30 лет — 76—81 [14].

Средние индексы Гарвардского степ-теста у эстонских школьников были в пределах 80—89. По американским стандартам [1—4] такие величины индекса характеризуют хорошие функциональные способности сердечно-сосудистой системы. Вершина кривых распределений в индивидуальных данных нашего материала также совпадает в зоне оценки «хорошие функциональные способности» (рис. 1). Следовательно, уровень соответствующих способностей у эстонских школьников выше. Для оценки результатов Гарвардского степ-теста для них необходимо выработать новые стандарты.

Исходя из характера распределения нашего материала (кривые нормального распределения, рис. 1 и 2) для оценки функциональных способностей сердечно-сосудистой системы эстонских школьников можно рекомендовать стандарты, изложенные в таблице 2.

Таблица 2

Стандарты для оценки результатов Гарвардского степ-теста для эстонских школьников

Оценка	Стандарты США		Стандарты для школьников ЭССР			
	гарвардский индекс		подростки и юноши		девушки	
	юноши	девушки	гарвардский индекс	процент случаев	гарвардский индекс	процент случаев
Слабые	55	55	67	1,3%	64	3,5%
Ниже среднего	55—64	—	67—75	13,3%	64—70	8,5%
Средние	65—79	56—79	76—91	52,5%	71—88	62,7%
Хорошие	80—89	80—89	92—100	19,3%	89—100	17,5%
Отличные	90	90	101	13,6%	101	7,8%

## Выводы

1. В возрасте 11—18 лет величины индекса Гарвардского степ-теста выше, чем в совершеннолетнем возрасте.
2. Величины индекса Гарвардского степ-теста у эстонских школьников выше уровня американских контингентов, на основании которых были выработаны американские стандарты.
3. Для оценки результатов Гарвардского степ-теста эстонских школьников целесообразно применять стандарты, изложенные в таблице 2.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brouha, L., Heath, C. W., Graybiel, A. Step-test, simple method of measuring physiological fitness for hard muscular work in adult man. — *Rev. canad. Biol.* 1943, vol. 2, pp. 86—92.
2. Brouha, L. The step-test. A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. — *Research Quart.* 1943, vol. 14, pp. 31—36.
3. Matthews, D. K. Measurement in physical education. 2nd. edit. Philadelphia & London, W. B. Saunders Co. 1964.
4. Sloan, A. W. Modified Harvard step-test for women. — *J. appl. Physiol.* 1959, vol. 14, pp. 985—986.
5. Виру А. А., Кару Т. Э., Кырге П. К., Прулер А. О., Маароос Я. А. Применение Гарвардского степ-теста при изучении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. — *Уч. зап. Тартуского ун-та (настоящий выпуск)*.
6. Skubic, V., Hodgkins, J. Cardiovascular efficiency test for girls and women. — *Research Quart.* 1963, vol. 34, pp. 191—198.
7. Оя С. М., Мяги К., Виру А. А. Сравнение данных функционального состояния сердечно-сосудистой системы небольшой группы эстонских девочек с американскими стандартами. — *Сборник докладов 6-ой научной конференции Таллинского н/и института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1966, стр. 276—277.*
8. Striž, E., Saidaševa, I. Süstemaatilise kehalise treeningu mõjust õpilase organismi karastus seisundile. — *Eesti NSV XII vabariiklik teaduslik-metoodiline konverentsi kehakultuuri alal. Tallinn, 1969, lk. 41—42.*
9. Nöcker, J., Böhlau, V. Belastungsfähigkeit des jugendlichen Organismus in den verschiedenen Entwicklungsstufen. Freiburg, Richard-Tries Verlag, 1954.
10. Коробков А. В., Шкурдода В. А., Яковлев Н. Н., Яковлева Е. С. Физическая культура людей разного возраста. *ФиС*, 1962.
11. Гандельсман А. Б., Смирнов К. М. Физическое воспитание детей школьного возраста. М., *ФиС*, 1966.
12. Мотылянская Р. Е., Стогова Л. И., Иорданская Ф. А. Физическая культура и возраст. М., *ФиС*, 1967.
13. Король В. М. Особенности регуляции частоты сердечных сокращений у школьников в процессе мышечной деятельности большой интенсивности. — 9-я научная конференция по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1969, стр. 349—350.
14. Cullembeine, H., Bibile, S. W., Wirkamanayane T. W., Watson R. S. Influence of age, sex, physique and muscular development on physical fitness. — *J. appl. Physiol.* 1950, vol. 2, pp. 488—511.

## **STANDARDID HARVARDI STEP-TESTI TULEMUSTE HINDAMISEKS EESTI KOOLINOORTEL**

**E. Viru, A. Viru**

### **Resümee**

Harvardi step-testi sooritasid 2026 kooliõpilast (vanus 11—18 a.). Registreeritud indeksi väärtuste tase oli kõrgem kui ameerika kontingendil, mille uurimise põhjal on välja töötatud standardne hindekaala. Saadud tulemuste põhjal töötati välja uued standardid eesti koolinoortel Harvardi step-testi tulemuste hindamiseks.

## **STANDARD SCALE FOR THE EVALUATION OF THE RESULTS OF THE HARVARD STEP-TEST IN ESTONIAN SCHOOL-CHILDREN**

**E. Viru, A. Viru**

### **S u m m a r y**

2026 teenagers (11—18 years) performed the Harvard step-test. The obtained results revealed a higher level of the cardiovascular fitness in Estonian school-children than in the American contingent who formed the basis for the elaboration of the standard scale. A new standard scale for the Estonian school-children has been proposed.

## **К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ГОДА**

**Э. А. Виру, А. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Примечательна частота заболеваний сердечно-сосудистой системы среди студентов Тартуского государственного университета [1, 2], поэтому состояние и развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у них привлекает внимание. Прежними исследованиями установлена высокая вариабельность уровня функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у студентов [3], отставание в развитии функциональных способностей сердечно-сосудистой системы от увеличения массы тела [4], а также положительное воздействие лыжного спорта и бега на средние и длинные дистанции [5—8] на функциональные способности сердечно-сосудистой системы. В настоящей работе представляется материал об изменениях функционального состояния сердечно-сосудистой системы в течение первого учебного года у студентов и студенток, занимающихся физической культурой два раза в неделю по 2 часа в рамках обязательного физического воспитания.

### **Методика**

Наблюдения проводились в октябре и мае над 70 студентками и 21 студентом первого курса Тартуского университета. Все исследуемые занимались физической культурой не более двух раз в неделю по 2 часа в рамках обязательного физического воспитания на отделениях женской гимнастики, лыжного спорта, гребли и общей физической подготовки. Объем самостоятельной физкультуры оказался у исследуемых в течение периода наблюдения несущественным. Методом изучения функциональных способностей сердечно-сосудистой системы служил Гарвардский степ-тест [9]. Студенты выполнили его по оригинальной методике, студентки — по модификации, предложенной A. W. Sloan [10].



Все исследуемые были признаны амбулаторией университета здоровыми.

### Результаты и их обсуждение

Сопоставление величин индекса Гарвардского степ-теста, зарегистрированных в мае, с данными, полученными в октябре, выявило в 43 случаях из 91 развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы в течение учебного года. Однако, наряду с этим, у многих студентов индекс Гарвардского степ-теста не изменялся больше  $\pm 5$  (в 26 случаях) или даже понижался (в 22 случаях), указывая на ухудшение функционального состояния сердечно-сосудистой системы. В связи со случаями противоположных изменений, невозможно со статистической достоверностью установить общее развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у студентов и студентов первого курса в течение учебного года (табл. 1.).

Таблица 1

Изменение индекса Гарвардского степ-теста в течение учебного года

Отделение	Кол-во обследуемых	Индекс $M \pm m$		Изменение индекса		Процент случаев повышения индекса	Процент случаев, при которых изменение индекса $\pm 5$	Процент случаев понижения индекса
		в октябре	в мае	$\pm$	P			
Студентки								
Женская гимнастика	22	$69 \pm 4,9$	$73 \pm 3,8$	$4 \pm 6,4$	$>0,05$	54	18	28
Лыжный спорт	15	$75 \pm 4,6$	$80 \pm 3,2$	$5 \pm 5,8$	$>0,05$	40	47	13
Гребля	13	$72 \pm 6,3$	$77 \pm 3,8$	$5 \pm 7,2$	$>0,05$	54	31	15
Общая физическая подготовка	20	$68 \pm 5,4$	$70 \pm 3,6$	$2 \pm 6,4$	$>0,05$	50	5	45
Студенты								
Гребля	9	$82 \pm 2,5$	$82 \pm 2,5$	$0 \pm 3,7$	0	22	67	11
Общая физическая подготовка	12	$76 \pm 6,5$	$83 \pm 2,0$	$7 \pm 6,6$	$>0,05$	50	33	17

Отсутствие общего закономерного развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы может быть обусловлено или отсутствием достаточной стимуляции к развитию, или наличием противодействующих факторов. В качестве фактора,

стимулирующего развитие, в первую очередь, необходимо обратить внимание на объем и характер физического воспитания. Учитывая специфичность развивающего воздействия различных тренировочных средств на организм [11—13], можно полагать, что недостаточное применение упражнений на развитие выносливости обуславливало отсутствие общего, закономерного развития. Однако достоверное развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы отсутствовало и в группах исследуемых, занимающихся на отделениях лыжного спорта и гребли, где основной объем тренировочной нагрузки приходится на упражнения по развитию выносливости.

Не исключено, что занятия физическими упражнениями два раза по два часа в неделю оказываются недостаточными, чтобы обеспечить развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у всех исследуемых. Если же общий объем нагрузки имеет существенное значение, то развитие функциональных способностей сердечно-сосудистой системы должно зависеть от посещаемости занятий по физическому воспитанию. При разделении исследуемых студенток по посещаемости занятий на три группы, оказалось, что статистически существенное увеличение индекса и таким образом повышение функциональных способностей сердечно-сосудистой системы наблюдается только у тех студенток, которые в течение учебного года присутствовали в более 80% от общего количества занятий по физическому воспитанию (см. табл. 2).

Таблица 2

Изменение индекса Гарвардского степ-теста в зависимости от посещаемости студентами занятий по физическому воспитанию

	Процент посещаемости занятий		
	<60	60—79	>80
Количество случаев	6	33	31
Изменение индекса	$+5 \pm 7,7$	$0 \pm 3,3$	$+7 \pm 3,0^*$

\* Изменение индекса статистически существенно ( $P < 0,05$ ).

Вполне понятно, что чем выше исходный уровень функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, тем труднее добиться его дальнейшего повышения. Это и выявилось при анализе полученных данных. Как показано в таблице 3, при исходном уровне индекса Гарвардского степ-теста ниже 55, что соответствует оценке «слабые функциональные способности сердечно-сосудистой системы», во всех трех уровнях посещаемости

Таблица 3

**Изменение индекса Гарвардского степ-теста в зависимости  
от исходного уровня индекса и посещаемости студентами  
занятий по физическому воспитанию**

	Процент посещаемости занятий		
	60	60—79	80
Исходный уровень индекса ниже 55 (слабые)			
Количество случаев	1	6	7
Изменение индекса	$+22 \pm 0^*$	$+22 \pm 5,2^*$	$+26 \pm 5,9^*$
Исходный уровень индекса, 56—79 (средние)			
Количество случаев	4	15	14
Изменение индекса	$+14 \pm 8,1$	$+1 \pm 3,4$	$+6 \pm 2,0^*$
Исходный уровень индекса 80—89 (хорошие)			
Количество случаев	1	3	9
Изменение индекса	$-8 \pm 0^*$	$+10 \pm 4,9$	$-5 \pm 4,1$
Исходный уровень индекса 90 (отличные)			
Количество случаев	0	9	1
Изменение индекса	—	$-18 \pm 3,7^*$	$-18 \pm 0^*$

\* Изменение индекса статистически существенно ( $P < 0,05$ ).

занятий по физическому воспитанию наблюдалось существенное увеличение величины индекса. При исходном уровне индекса 56—79 («средние функциональные способности сердечно-сосудистой системы») статистически существенное увеличение величины индекса отмечалось только при посещаемости занятий по физическому воспитанию выше 80%. Однако, если же исходные величины индекса свидетельствовали о наличии хороших или отличных функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, то тогда двухразовые занятия в неделю оказались даже при самой высокой посещаемости недостаточными, чтобы обеспечить дальнейшее усовершенствование функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Более того, существенное понижение величины индекса при высоком его исходном уровне

показывает, что двухразовые занятия в неделю оказались недостаточными даже для того, чтобы обеспечить сохранение ранее достигнутого высокого уровня функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Из этого следует, что функциональные способности сердечно-сосудистой системы весьма изменчивы. По-видимому, при понижении двигательной активности и возникновении определенной относительной двигательной недостаточности, быстро наступает их обратное развитие. При этом обратному развитию функциональных способностей сердечно-сосудистой системы могут способствовать также напряженная умственная работа [14, 15], увеличение массы и недостаточное питание.

Таким образом, занятия по физическому воспитанию два раза по 2 часа в неделю удовлетворяют в отношении развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы только тогда, когда исходный уровень их относительно низкий. Если же высокий уровень функциональных способностей сердечно-сосудистой системы достигнут ранее, то тогда двухразовые занятия в неделю уже не смогут обеспечить достаточной двигательной активности. Тогда такой режим двигательной активности скорее способствует развитию относительной двигательной недостаточности. Следовательно, недостаточный объем физического воспитания может быстро устранить положительные результаты физического воспитания в школьном возрасте.

### Выводы

1. Занятия по физическому воспитанию два раза по 2 часа в неделю обеспечивают развитие функциональных способностей у студенток и студентов первого курса лишь тогда, когда исходный уровень их относительно низкий.

2. При среднем уровне функциональных способностей сердечно-сосудистой системы занятия по физическому воспитанию два раза в неделю обеспечивают их дальнейшее развитие у студентов и студенток только при высокой посещаемости занятий.

3. При высоком уровне функциональных способностей сердечно-сосудистой системы двухразовые занятия в неделю по физическому воспитанию не устраняют относительной двигательной недостаточности, выражением которой является ухудшение функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Frorip, I., Paris, L., Karu, T. Hüpertoonia esinemisest TRÜ üliõpilastel. — Kehaline kasvatus kõrgemas koolis. Eesti NSV IX vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, lk. 81—83.

2. Soilts, A. Üliõpilaste haigestumus Tartu Riiklikus Ülikoolis. — Kehaline kasvatus kõrgemas koolis. Eesti NSV IX vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu 1966, lk. 83—84.
3. Вирю А. А. Об особенностях развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у школьников средней школы Эстонской ССР. — Сборник докладов 4-ой научной конференции Таллинского н/и института эпидемиологии, микробиологии и гигиены. Таллин, 1963, стр. 318—320.
4. Argo, A., Oja, S., Sildmäe, H., Viru, E., Viru, A. Evaluation de la capacité fonctionnelle du système cardiovasculaire chez les élèves — 2<sup>e</sup>ème Congrès Européen de Médecine Sportive. Bucarest 1969, p. 106.
5. Sildmäe, H. Suusatamise mõjust südame-veresoonte süsteemi talitluslikule seisundile TRÜ suusaspordi osakonna naisüliõpilastel. — Kehaline kasvatus kõrgemas koolis. Eesti NSV IX vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, lk. 36—38.
6. Jürgenstein, J., Pisuke, A., Viru, E., Viru, A. Muutustest naisüliõpilaste südame-veresoonte süsteemi talitluses kehaliste pingutuste sooritamisel. — Kehaline kasvatus kõrgemas koolis. Eesti NSV IX vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, lk. 75—78.
7. Юргенштейн Я. Т. Применение основных тренировочных средств при подготовке женщин в беге на средние дистанции. Автореф. дисс. Тарту, 1967.
8. Писук А. П. О некоторых возможностях дозирования нагрузки у бегунов (мужчин и женщин) при интервальном методе тренировки. Автореф. дисс. Тарту, 1967.
9. Brøgha, L. The step-test. A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. — Research Quart. 1943, vol. 14, pp. 31—36.
10. Sloan, A. W. Modified Harvard step-test for women. J. Appl. Physiol. 1959, vol. 14, pp. 985—986.
11. Schönholzer, G. Probleme des spezifischen Muskeltrainings. — Schweiz. Z. Sportmed. 1963, Bd. 11, H. 2, S. 33—51.
12. Roskamm, H., Clasing, D. Die Abhängigkeit der Trainings effects von der Trainingsart. — Sportarzt 1967, Bd. 18, H. 1, S. 16—25.
13. Вирю А. А., Юргенштейн Я. Т., Писук А. П. О специфике воздействия методов тренировки на развитие выносливости. — Теория и прак. ф. к. 1969, т. 32, в. II, стр. 14—16.
14. Соосаар А., Вирю А. Влияние умственной нагрузки на двигательную деятельность. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та. Тарту, 1968, вып. 205, стр. 131—136.
15. Виленский М. Я. Исследование динамики физической и умственной работоспособности студентов вуза. Автореф. дисс. Тарту, 1970.

## SÜDAME-VERESOONTE SÜSTEEMI FUNKTSIONAALSETE VÕIMETE MUUTUSEST ÜLIÕPILASTEL ÕPPEAASTA VÄTEL

E. Viru, A. Viru

R e s ü m e e

70 nais- ja 21 meesüliõpilast sooritasid Harvardi step-testi õppeaasta algul ja lõpul. Kohustuslik kehaline kasvatus kaks korda nädalas kindlustas südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete kasvu üksnes nõrga või keskmise taseme puhul lähteväär-  
tustes.

# **ALTERATION OF CARDIOVASCULAR FITNESS IN STUDENTS DURING THE ACADEMIC YEAR**

**E. Viru, A. Viru**

## **S u m m a r y**

70 female and 21 male students performed Harvard step-test at the beginning and at the end of the academic year. The obligatory physical education twice a week guaranteed the development of the cardiovascular fitness only in case of the poor or average initial level of cardiovascular fitness.

## **О ДИНАМИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОК В ТЕЧЕНИЕ ПЕРВЫХ ТРЕХ ЛЕТ УЧЕБЫ**

**Э. А. Виру, Х. Ю. Сильдмяэ, А. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Относительно высокая заболеваемость и высокий процент отклонений от состояния здоровья среди студентов [1—3] указывает на то, что в системе подготовки кадров высшего образования существуют определенные недостатки. Страна нуждается в здоровых специалистах, недостатки же в системе подготовки кадров могут заключаться в перегрузке, в бытовых условиях, режиме дня и питания и в значительной мере в организации двигательной активности и, в частности, в организации физического воспитания студентов. Чтобы дать оценку настоящей системе физического воспитания студентов в отношении ее влияния на состояние сердечно-сосудистой системы, было проведено это исследование.

### **Методика**

В течение первых трех лет учебы в университете 17 студенток находились под наблюдением. Занятие физической культурой и спортом ограничивалось у них обязательным физическим воспитанием два раза по два часа в неделю в группе общей физической подготовки. Судя по данным анамнеза, ни одна из исследуемых не занималась в прошлом систематической спортивной тренировкой и не имела спортивного разряда. Все эти студентки были признаны амбулаторией университета здоровыми и назначены в основную группу физического воспитания.

Чтобы избежать влияния сезонных факторов, наблюдения проводились каждый год в декабре. Функциональные способности сердечно-сосудистой системы оценивали по изменениям частоты сокращений сердца и артериального давления при 6-минутной работе на велоэргометре. Мощность работы была 1024 кгм/мин в течение первых 5 минут и предельной за счет вращения педалей

в наивысшем темпе в течение последней минуты. Частота сокращений сердца регистрировалась непрерывно с помощью кардиотахографа [4], артериальное давление измерялось по Короткову 4—8 раз в минуту, используя для быстрого создания давления в манжете специальный насос.

### Результаты наблюдения

Первые пять минут примененной нагрузки обуславливали у нетренированных студенток учащение сердечной деятельности с 70—106 до 150—190 ударов в минуту и повышение максимального артериального давления со 108—142 до 142—200 мм. рт. ст. Небольшое повышение наблюдалось также в уровне минимального давления. Минимальное артериальное давление варьировало до работы в пределах от 70 до 100 мм. рт. ст. и на 5-ой минуте работы от 80 до 115 мм рт. ст. Во время последней минуты («финишного спурта») частота сокращений сердца повышалась до 172—203 ударов в минуту. Однако дальнейшее увеличение максимального давления отмечалось во время последней минуты только в единичных случаях. Этот факт согласуется с результатами, полученными у части исследованных пловцов [5].

Сразу после работы наступило понижение минимального артериального давления, достигающее в половине случаев до явления «бесконечного тона». Пульс-сумма восстановления (количество сокращений сердца в течение первых трех минут восстановления) оказалась не очень высокой (382—506). Так как количество совершенных в течение последней минуты работы оборотов педалей было относительно низкое, то отношение пульс-суммы восстановления к количеству совершенных оборотов педалей (ПСВ/КОП) выявило высокие величины (5,34—11,63), свидетельствуя о низкой тренированности исследуемых.

При сопоставлении данных, зарегистрированных в разные годы (табл. 1), наиболее выраженные различия выяснились в

Средние величины КОП, ПСВ и  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$   
в разные периоды наблюдений

Таблица 1

Годы	п	КОП	ПСВ	$\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$
1966	17	$57 \pm 2,35$	$431 \pm 6,9$	$7,56 \pm 0,32$
1967	17	$63 \pm 3,24$	$438 \pm 7,0$	$6,93 \pm 0,46$
1967	14	$65 \pm 3,44$	$432 \pm 8,3$	$6,62 \pm 0,52$
1968	14	$58 \pm 2,33$	$435 \pm 6,8$	$7,49 \pm 0,32$



отношении ПСВ/КОП, в котором наилучшим образом отражаются функциональные способности сердечно-сосудистой системы.

С середины первого года обучения в университете до середины второго года обучения у студенток (в 15 случаях из 17) в подавляющем большинстве повышалась общая работоспособность двигательного аппарата, что находило выражение в увеличении количества оборотов педалей в течение последней минуты работы. Однако это не сопровождалось однонаправленными изменениями пульс-суммы восстановления. Пульс-сумма восстановления увеличивалась в 9 случаях и уменьшалась в 8 случаях. Такая разнонаправленность сдвигов отмечалась также в изменениях отношения  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$ . Уменьшение его в 10 случаях свидетельствовало об улучшении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы параллельно с увеличением общей работоспособности. Однако в 5 случаях  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$  существенно не изменялось и в 2 случаях даже увеличивалось. Как показал анализ посещаемости занятий по физическому воспитанию, случаи отсутствия изменений  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$ , и особенно случаи увеличения  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$ , имели место у тех студенток, которые пропускали много занятий или участвовали в занятиях пассивно.

На третьем курсе резко изменялось физическое воспитание этих студенток. Обязательные занятия по физическому воспитанию перешли в факультативные занятия. В связи с этим только 6 студенток из исследуемых продолжали участвовать в занятиях по физической культуре, причем только 2 студентки участвовали в занятиях регулярно. В результате, к середине третьего года обучения, у наших исследуемых выявилось статистически существен-

Таблица 2

Сдвиги в величинах КОП, ПСВ и  $\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$

Сопоставляемые периоды наблюдений	п	КОП	ПСВ	$\frac{\text{ПСВ}}{\text{КОП}}$	Количество случаев			
					увеличения ПСВ/КОП	неизменяемость ПСВ/КОП	понижения ПСВ/КОП	
1966—1967 гг.	17	+7±2,6	+7±9,4	-0,51±0,63	2	5	10	
1967—1968 гг.	14	-7±2,1	+3±6,9	+0,65±0,25	10	2	2	

ное понижение количества совершенных в течение последней минуты работы оборотов педалей и увеличение отношения  $\frac{ПСВ}{КОП}$

(табл. 2). Дальнейшее уменьшение отношения  $\frac{ПСВ}{КОП}$  отмечалось только у тех двух студенток, которые продолжали регулярно участвовать в занятиях по физическому воспитанию. Как это наглядно выявляется на рис. 1, уменьшение двигательной актив-

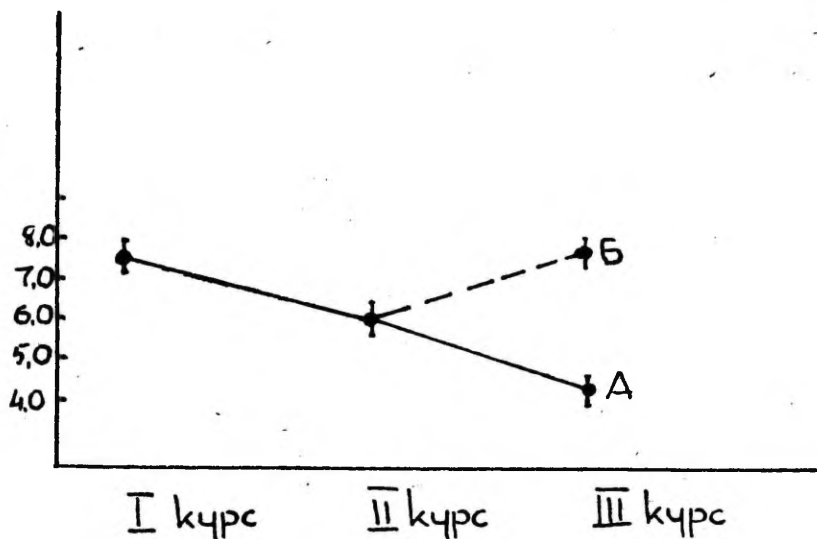


Рис. Динамика функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у студенток в течение 3 лет учебы. Показателем функциональных способностей сердечно-сосудистой системы является отношение между предельным количеством оборотов педалей, совершенных в течение минуты на велоэргометре, и количеством сокращений сердца за 3 минуты после работы. Понижение этого отношения указывает на улучшение, повышение — на ухудшение функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Как видно на рисунке, в течение первых двух лет систематическое физическое воспитание обеспечивало улучшение функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. На III курсе это продолжалось только у тех, кто систематически участвовал в занятиях физического воспитания (А). У тех, кто на III курсе физическим воспитанием не занимался, через полгода исчезло все положительное, достигнутое в течение двух первых лет (Б).

ности на третьем курсе очень быстро обуславливало утрату того полезного в отношении развития функциональных способностей сердечно-сосудистой системы, что было достигнуто в результате физического воспитания в течение первых двух лет обучения в

университете. Исходя из этих фактов можно заключить, что невозможно создать в себе какой-то запас функциональных способностей сердечно-сосудистой системы и тем самым в отношении здоровья. О здоровье необходимо заботиться регулярно, занимаясь физической культурой в течение всей жизни. Следовательно, и резкое уменьшение объема физического воспитания с третьего года обучения в университете необходимо рассматривать как неблагоприятное явление в отношении укрепления здоровья студентов.

### Заключение

В результате физического воспитания в течение первых двух лет обучения в университете у студенток увеличиваются как общая работоспособность двигательного аппарата, так и функциональные способности сердечно-сосудистой системы. Резкое уменьшение объема физического воспитания с третьего года обучения обуславливает быстрое уменьшение общей работоспособности и функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. Следовательно, резкое уменьшение объема физического воспитания с третьего года обучения в университете следует рассматривать как неблагоприятное явление в отношении укрепления здоровья и физического совершенства студенток.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Тийк Х. В. О физическом развитии и состоянии здоровья студентов Эстонской ССР. Автореф. дисс. Тарту, 1965.
2. Vaiksaar, A. Mõningate üliõpilaste kehalise kasvatuse küsimustest. — Eesti NSV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, 3—4.
3. Soilts, A. Üliõpilaste haigestumus Tartu Riiklikus Ülikoolis. — Eesti NSV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, 83—84.
4. Реэбен В. А., Унгер Ю. Р. Кардиотаксметр с записью интервалов. — Физиол. ж. СССР 1960, 46, 356—366.
5. Оя С. М., Виру А. А., Виру Э. А. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления при плавании на 100 м с предельной и околопредельной скоростью. — Уч. зап. Тартуского ун-та 1968, 205, 44—53.

# **SÜDAME-VERESOONTE SÜSTEEMI FUNKTSIONAALSETE VÕIMETE DÜNAAMIKAST NAISÜLIÕPILASTEL KOLME ÕPPEAASTA JOOKSUL**

**E. Viru, H. Sildmäe, A. Viru**

## **Resümee**

Uuring toimus 17 naisüliõpilasega. Igal õppeaastal sooritasid uuritavad veloergomeetril 6-minutilise koormuse, mis lõppes ühe-minutilise spurdiga. Registreeriti südame löögisagedus ja arteriaalne rõhk. Kahe esimese õppeaasta vältel ilmnis südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete kasv. Kolmandal kursusel jätkus see ainult neil, kes jätkasid süsteemikindlat osavõttu kehalise kasvatuses tundidest. Kehalisel inaktiivsusel ilmnis kiire langus südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsetes võimetes.

# **DYNAMICS OF CARDIOVASCULAR FITNESS IN FEMALE STUDENTS DURING FIRST THREE ACADEMIC YEARS**

**E. Viru, H. Sildmäe, A. Viru**

## **Summary**

17 female students performed 6-minute work on bicycle ergometer in each of the first three years. The heart rate and blood pressure were recorded. During the first two academic years some progress in the cardiovascular fitness was revealed. It continued during the third academic year in the students who regularly participated in physical education. In the cases of physical inactivity the cardiovascular fitness rapidly decreased.

## **KEHALISE VÕIMEKUSE DUNAAMIKAST ÜLDISE KEHALISE ETTEVALMISTUSE RÜHMADESSE KUULUVATEL NAISÜLIÕPILASTEL**

**H. Unger, P. Tiido, E. Uiho**

Kehalise kasvatus ja spordi kateeder

Kehalise kasvatus vormide efektiivsuse hindamise kriteeriumiks loeme kehalise võimekuse näitajaid. Üheks näitajaks on VTK normatiivide täitmine. Veel on üsna arvukalt selliseid üliõpilasi, kes ei tule toime VTK normatiivide täitmisega. Puuduliku ujumisoskuse kõrval on põhiliseks komistuskiviks kiiruse normatiivi (1—3) mittetäitmine. Üliõpilaste kehalise kasvatus meetoodika väljatöötamisel on tähtis erinevate kehalise kasvatus vahendite efektiivsuse uurimine.

TRU-s on kehaline kasvatus organiseeritud kohustusliku õppeainena spordialade printsiibil. Enamik spordiosakondadest nõuab sisseastujatelt spordijärgu omamist. Mõned spordiosakonnad (sportmängud, sportlik võimlemine) võtavad vastu ainult kõrge sportliku kvalifikatsiooniga üliõpilasi. Ka naisvõimlemise osakond teeb soovijate hulgas valiku. Üldise kehalise ettevalmistuse osakond (ÜKE osakond) võtab vastu kõik soovijad, kes spetsiaalse sportliku treeninguga pole varem tegelnud, ning ka sellised üliõpilased, kelle spordimeisterlikkus ei küüni teiste osakondade vastuvõtu nõueteni. Sellest tingituna on ÜKE osakonna üliõpilased oma kehaliselt võimekuselt erinevad. Tundides antava koormuse doseerimine vastavalt üliõpilaste individuaalsele võimekusele pole aga alati võimalik, sest õpperühmad on suured ja kasutatavad baasid kitsad.

ÜKE osakonna töö on üles ehitatud kehalise kasvatus üldarendaval põhimõttel. Erinevate spordialade kasutamine osakonna töös toimub perioodiliselt sõltuvalt ilmastikutingimustest. Oluliselt mõjustab väljakujunenud töörežiimi võimlemise masskava õppimine TRU spordipäevaks. Masskava õppimise tõttu jäävad ära kevadsemestril ettenähtud kergejõustikutunnid.

III ja IV kursusel on kehaline kasvatus kohustuslik neile üliõpilastele, kes pole suutnud täita VTK II astme normatiive. Olukorras,

kus kehaline kasvatus pole kohustuslik kõigile sama õpperühma üliõpilastele, halveneb õppedistsipliin. Tekib küsimus, kas sellistes tingimustes läbiviidav kehaline kasvatus täidab oma ülesande ja kas on erinevusi veidikenegi kehalise kasvatusesega tegelevate ja mittetegelevate üliõpilaste kehalises võimekuses.

### Metoodika

Püstitasime ülesande uurida UKE osakonna üliõpilaste kehalise võimekuse dünaamikat pikema perioodi vältel. Võtsime vaatluse alla Ajaloo-Keeleteaduskonna ja Õigus-Majandusteaduskonna üliõpilased, kes astusid TRÜ-sse 1966. a. sügisel ning valisid kohustusliku kehalise kasvatus kursuseks UKE osakonna. Grupi esialgseks suuruseks oli 60 üliõpilast vanusega 18—20 aastat. Mitmesugustel põhjustel kahanes uuritav üliõpilasgrupp II kursuse lõpuks 30 üliõpilaseni ja III kursuse lõpuks 25 üliõpilaseni. Uuritava grupiga kehalise kasvatus kursuse läbivõtmisel olid töötingimused (baaside näol) suhteliselt halvad. Kehalise võimekuse hindamisel kasutasime kontrollkatsetena 20 m jooksu, 100 m jooksu, 500 m jooksu, paigalt kaugushüpet ning mõõtsime painduvust ette. Kontrollkatsed viidi läbi vastavalt kergejõustiku võistlusmäärustele. Kordusvaatlused tehti iga õppeaasta lõpul maikuul. Kõigile vaatlusalustele eelnes standardne soojendus. Vaatlusgrupp koosnes kahest õppegrupist, kes töötasid ühise tööplaani alusel. Õppegruppidega läbiviidud kehalise kasvatus tundide sisu fikseeriti päevikutes.

Tulemuste läbitöötamisel vaatlesime I ja II kursuse uuritavat kontingenti tervikuna. III kursusel jagunesid uuritavad kaheks. I grupp — 15 üliõpilast, kes mitmesugustel põhjustel ei olnud täitnud VTK II astme normatiive ning kellele osavõtt kehalise kasvatus tundidest oli kohustuslik. II grupp — 10 üliõpilast, kellel III kursusel ei olnud kohustust kehalise kasvatus tundidest osa võtta ning kes süstemaatilise kehalise kasvatusesega ei tegelnud.

### Tulemused

Jälgides meie vaatlusgruppi kuuluvate üliõpilaste kehalise võimekuse dünaamikat I ja II kursusel (tabel I) näeme, et I kursusel meie poolt vaadeldud kehalise võimekuse näitajates statistiliselt usaldatavaid nihkeid ei toimunud. Kahel alal, 20 m ja 500 m jooksus, esines tendents isegi tagajärgede halvenemise suunas. Grupi 100 m jooksu keskmine tulemus  $17,25 \pm 0,16$  sek näitab, et ca pooled vaadeldavast kontingendist ei tule veel toime VTK kiirusnormi täitmisega. Kasutatud kehalise kasvatus vormide vähesest efektiivsusest räägib ka fakt, et kevadel toimusid kontrollkatsed suhteliselt paremates ilmastikutingimustes kui sügisel.

Märgatavalt paremaid tulemusi registreerisime II kursuse lõpul, kus kõigis kontrollkatsetes esines tendents tagajärgede paranemise suunas. 20 m jooksus ja paigalt kaugushüppes olid tagajärjed, võrreldes I kursuse lõpul registreeritutega, usaldatavalt paremad. Enamus vaatlusalustest täitis kevadel edukalt VTK normatiivid.

Tabel 1

**Kehaline võimekus ülikooli astumisel I ja II kursuse lõpul ( $x \pm m$ )**

	okt. 1966	mai 1967	mai 1968
500 m jooks, sek.	$1.53,3 \pm 1,3$	$1.53,6 \pm 1,0$	$1.50,8 \pm 1,2$
100 m jooks, sek.	$18,53 \pm 0,18$	$17,25 \pm 0,16$	$16,82 \pm 0,15$
20 m jooks, sek.	$4,25 \pm 0,03$	$4,30 \pm 0,03$	$4,04 \pm 0,05$
paigalt kaugushüpe, sm	$162,4 \pm 2,8$	$166,1 \pm 3,3$	$175,8 \pm 2,6$
painduvus ette, sm	$11,7 \pm 0,97$	$13,3 \pm 0,95$	$13,6 \pm 0,85$

Tabel 2

**Kehalise võimekuse näitajad III kursusel kehalise kasvatuses tegelevatel ja mittetegelevatel üliõpilastel ( $x \pm m$ )**

		okt. 1966	mai 1968	mai 1969
I grupp	500 m jooks, sek.	$1.55,5 \pm 1,39$	$1.52,3 \pm 1,66$	$1.57,6 \pm 2,56$
	100 m jooks, sek.	$18,72 \pm 0,24$	$17,17 \pm 0,27$	$17,22 \pm 0,19$
	20 m jooks, sek.	$4,32 \pm 0,04$	$4,11 \pm 0,04$	$4,05 \pm 0,07$
	paig. kaugush. sm	$158,33 \pm 3,8$	$170,8 \pm 3,27$	$168,46 \pm 3,82$
	painduvus ette, sm	$11,09 \pm 1,23$	$13,73 \pm 1,06$	$14,6 \pm 1,34$
II grupp	500 m jooks, sek.	$1.55,8 \pm 3,06$	$1.49,6 \pm 2,36$	$2.00,9 \pm 2,51$
	100 m jooks, sek.	$18,36 \pm 0,27$	$16,42 \pm 0,16$	$17,3 \pm 0,33$
	20 m jooks, sek.	$4,19 \pm 0,05$	$4,01 \pm 0,07$	$4,20 \pm 0,10$
	paig. kaugush. sm	$165,0 \pm 5,02$	$178,9 \pm 4,29$	$168,4 \pm 5,38$
	painduvus ette, sm	$13,1 \pm 1,31$	$14,6 \pm 1,52$	$13,7 \pm 1,70$

Analüüsides kehalise kasvatuses töötavate I ja II kursusel õpperühma päevikute põhjal näeme, et sügissemestri kehalise kasvatuses vahendite sisu ja hulk oli mõlemal õppeaastal ligilähedaselt sarnased. Erinev oli aga kevadsemestri õppetöö korraldus I kursuse kevadsemestril. Seoses esinemisega TRÜ traditsioonilisel spordipäeval, oli 44% kehalise kasvatuses tundidest pühendatud võimlemise masskava õppimisele ja täiustamisele. Selle arvel vähenes üldiseks kehaliseks ettevalmistuseks, eriti aga kergejõustikualaseks ettevalmistuseks, määratud aeg. Teisel õppeaastal ÜKE osakond spordipäeval võimlemiskavaga ei esinenud ja kevadperioodi kehalise kasvatuses tunnid sisustati kergejõustiku ja üldarendavate harjutustega.

Vaatlustulemused näitavad, et ulatuslik võimlemiskavade õppimine üldise kehalise ettevalmistuse arvel ei kindlusta üliõpilaste kehalist arengut ja raskendab programminõuete täitmist [4]. Sama kinnitavad ka B. Matvei jt. [5] uuringud, kus näidatakse, et naisvõimlemise osakonnas, kus töö pearõhk on asetatud esinemiskavade õppimisele, kehalise võimekuse areng, võrreldes teiste spordiosakondadega, on suhteliselt tagasihoidlikum.

Töötades III kursuse üliõpilastega, me kehalises võimekuses erilisi nihkeid paremuse suunas ei oodanud, sest III kursusel oli suhteliselt halvem õppedistsipliin ning kevadsemestril kulus jällegi suurem osa kergejõustikuks ettenähtud kehalise kasvatuses tundidest TRÜ spordipäevaks ettevalmistumiseks.

Tabelist 2 näeme, et üliõpilastel, kes kuulusid vaatlusaluste I gruppi (tegelesid III kursusel süstemaatilise kehalise kasvatusesega), püsisid meie poolt vaatluse alla võetud kehalise võimekuse näitajad samal tasemel, mis olid saavutatud II kursuse lõpuks. Erinevused ei ole ühelgi juhul statistiliselt usaldatavad. Tendents näitajate halvenemise suunas esines 100 ja 500 m jooksus ning paigalt kaugushüppes. II gruppi kuuluvatel üliõpilastel, kes süstemaatiliselt kehalise kasvatusesega ei tegelnud, langesid kehalised võimed III kursuse lõpuks (võrreldes II kursuse lõpuga) märgatavalt, kusjuures tagajärgede halvenemine 100 ja 500 m jooksus oli ka statistiliselt usaldatav. Üliõpilastel, kes III kursusel kehalisest kasvatuses üldse osa ei võtnud, langesid mitmed kehalise võimekuse näitajad peaaegu samale tasemele, mis registreeriti nende juures ülikooli astumisel.

Vaatlustulemused näitavad, et üliõpilaste kehalises kasvatuses tuleb pidevalt pühendada suurt tähelepanu kehalise võimekuse tõstmisele. Kehalise kasvatuses kohustusliku programmi läbivõtmine peab üliõpilastes äratama huvi ja armastust kehaliste harjutuste vastu. Peaks jätkuma iseseisev kehakultuuri ja spordi harrastamine. Loobumine kehakultuuriga süstemaatilisest tegelemisest kutsub üliõpilastel esile, vaatamata nende suhtelisele noorusele, kiire kehalise võimekuse languse.



## KIRJANDUS

1. Каледин С. В., Ашмарин Б. А., Кудявцев Е. И., Лукин М. С. Влияние различного характера тренировки на развитие физических качеств спортсмена. — Тезисы докладов. Итоговая сессия (Ленинградского научн. исследов. ин-та физ. культуры) 1956, стр. 3—4.
2. Бинчук Н. И. Сравнительная характеристика роста спортивно-технических результатов при организации учебного процесса по методу общей физподготовки и специализации студентов. — Крымский Государственный медицинский институт. Т. XXIII. Симферополь, 1959, стр. 193—198.
3. Прядкин П. В., Андреев С. В., Бровкович С. В. О разработке нормативов для дифференцированной оценки физической подготовки. — Теория и практика физ. культуры № 9, 1964, стр. 38—40.
4. Унгер Х., Тийдо П., Уйбо Е. О воздействии различных форм физического воспитания на развитие физических способностей студентов. — XI Республиканская научно-методическая конференция физического воспитания в высшей школе. Тезисы. Таллин, 1969, стр. 65—66.
5. Matvei, B., Paris, L., Tiido, P., Tiido, K., Uibo E., Unger, J., Jürisma, V. TRU I kursuse üliõpilaste kehalise arengu ja kehaliste võimete dünaamika. Eesti NSV Vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Konverentsi ettekanded. Tallinn, 1962 lk. 46—56.

### О ДИНАМИКЕ ФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТУДЕНТОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ В ГРУППАХ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Х. Унгер, П. Тийдо, Е. Уйбо

#### Резюме

Как обязательный предмет физическое воспитание в Тартуском государственном университете организовано по отдельным видам спорта. На отделении общей физической подготовки обучаются студенты, ранее не занимавшиеся специальной спортивной тренировкой, а также студенты, не обладающие достаточным спортивным мастерством, чтобы заниматься на других спортивных отделениях.

На III и IV курсах занятия по физической подготовке обязательны для тех студентов, которые еще не выполнили нормативы ГТО II степени.

Была поставлена задача изучить динамику физических способностей студенток, занимающихся в отделении общей физической подготовки в течение 3-летнего периода. Рассматривались результаты в беге на 20 м, на 100 м и на 500 м, в прыжках в длину с места и в гибкости (наклоны вперед).

Контрольные эксперименты проводились после поступления в университет, а затем в конце каждого учебного года.

В начале эксперимента участвовали 60 студенток. К концу II курса число участвующих в экспериментах сократилось до 30, а к концу III курса — до 25 человек.

На III курсе изучаемый контингент разделился на две группы: I группа — студентки, для которых участие в занятиях по физическому воспитанию были обязательными, и II группа — студентки, которые на III курсе физкультурой систематически не занимались.

В течение I курса, в рассмотренных нами показателях физических способностей, статистически достоверных смещений не наблюдалось. Половина из рассматриваемого контингента была не способна выполнить скоростные нормативы ГТО. В конце II курса во всех контрольных экспериментах наблюдалась тенденция в сторону улучшения. В беге на 20 м и в прыжках в длину с места результаты улучшились со статистической достоверностью по сравнению с результатами конца I курса. Большинство участвовавших в эксперименте выполнило также скоростные нормативы ГТО II.

Анализ журналов учебных групп показал, что в весеннем семестре 44% учебного времени было посвящено разучиванию гимнастической программы для выступления на спортивном празднике ТГУ. В весеннем семестре практически полностью отсутствовали часы, предусмотренные для занятий легкой атлетикой. На II курсе отделение общей физической подготовки на спортивном празднике с гимнастической программой не выступало, и часы физического воспитания в весенний период были заполнены легкоатлетическими упражнениями и упражнениями для общего развития.

На III курсе среди тех студенток, которые систематически не занимались физкультурой, наблюдалось уменьшение физических способностей, причем многие показатели уменьшились почти до уровня, зарегистрированного при поступлении в университет.

Результаты наблюдений показывают, что разучивание обширной гимнастической программы за счет занятий по общей физической подготовке не обеспечивают физического развития студенток и выполнения программных требований.

Прекращение систематических занятий физкультурой вызывает уже на следующий год резкое падение физических способностей.

## **ON THE DYNAMICS OF PHYSICAL ABILITY OF FEMALE STUDENTS BELONGING TO GENERAL SPORTS GROUPS**

**H. Unger, P. Tiido, E. Uibo**

### **Summary**

At Tartu State University physical education as a compulsory subject is organized on the principle of different kinds of sports. Students who have not undergone special trainings earlier or those

having no sufficient skill for joining other sections belong to general sports groups. In the third and fourth year physical education is obligatory for the students who by that time have not succeeded to meet the requirements of a special complex of exercises (VTK, 2nd class).

Our aim was to investigate the dynamics of physical ability of the students belonging to general sports groups during three years. For that purpose their results in 20 m race, 100 m race, 500 m race, standing a long jump and forward flexibility were observed. Tests were carried out after the entrance examinations and at the end of each academic year.

The number of students was 60 at first. It decreased by 30 by the end of the second year and was equal to 25 at the end of the third year. In the third year the students under investigation could be divided into two groups — a) those who attended physical culture lessons regularly (it was their obligatory subject) and b) those who did not go in for physical training systematically.

During the first year no statistically reliable shifts in the indices of physical ability were observed. 50% of the students were not able to achieve the speed requirements of the VTK complex. By the end of the second year there was a tendency towards the improvement of the results in all tests. In 20 m race and standing long jump the improvement of the results as compared with those registered at the end of the first year was statistically reliable. Most of the students could meet the speed requirements of the VTK complex.

The analysis of the diaries of the groups reveals that 44% of physical education lessons in the spring term of the first year were used for preparing the gymnastics programme of the university sports day. No lesson was devoted to track-and-field. In the second year the groups under investigation did not take part in the university sports day and during the spring term they went in for track-and-field and general physical exercises.

In the third year there was a fall in the physical ability of the students who did not go in for trainings systematically while several indices decreased as much as to the level registered after their entering the university.

Our results prove that spending time on complicated gymnastics programmes at the expense of general physical trainings does not guarantee physical progress of students and their ability to meet the programme requirements. One year break in systematic physical trainings is enough to call forth a noticeable fall in physical ability of students.

## SPORDIGA TEGELEVATE ÕPILASTE JA ÜLIÕPILASTE VAIMSEST TÖÖVÕIMEST JA ÕPPEEDUKUSEST

S. Oja

Kehalise kasvatuse ja spordi kateeder

Tsivilisatsioon on toonud kaasa vaimse töö osatähtsuse suurenemise ja liigutusliku tegevuse vähenemise. Eriti on suurenenud nõuded õpilaste ja üliõpilaste vaimse töövõime suhtes. Suur vaimne koormus ja sellega kaasnev liikumisvaegus võib aga viia kesknärvisüsteemi väsimusele ja tuua endaga kaasa mitmeid haigusi.

Kehalise ja vaimse töö vastastikuse mõju probleem on pakkunud huvi paljudele uurijatele juba pikka aega. Hulgaliste uurimuste põhjal on tõestatud, et valitseb seos õpilaste ja üliõpilaste õppeedukuse ning kehalise ettevalmistuse vahel (1—13).

Käesoleva töö võttis endale ülesandeks uurida:

- 1) Kehakultuuriteaduskonna üliõpilaste ja sportivate ning mitte sportivate õpilaste õppeedukust,
- 2) erineva sportliku kvalifikatsiooniga üliõpilaste tähelepanu intensiivsuse näitajaid ja
- 3) erineva iseloomuga kehalise kasvatuse tundide mõju õpilaste tähelepanu kontsentreerumisvõimele.

### Vaatlustulemused

A. Õppeedukuse andmed. Õppeedukust uuriti 186 Kehakultuuriteaduskonna üliõpilasel ja 1200 VIII—XI klasside õpilastel (1962.—1967. a.). Üliõpilaste õppeedukust analüüsiti 4.—8. semestri hinnete alusel. Lisaks sellele registreeriti pidevalt vaatlusaluste üliõpilaste sportlike tulemuste arengut, treeningutest osavõttu, üldist aktiivsust jms.

Õpilaste õppeedukust analüüsiti õppeveerandite ja aastakokkuvõtete hinnete alusel. Spordiga tegelevateks õpilasteks loeti neid, kes lisaks kooli kehalise kasvatuse tunnile tegutsevad organiseeritud spordikoolides, kooli seksioonides, spordiorganisatsioonides või mujal.

Üliõpilaste õppehinnete statistilisest analüüsist selgus, et vaatlusalusel perioodil oli kogu grupi keskmine õppehinne 4,2. Kõikidest hinnetest esines hinnet «väga hea» 41%, «hea» 45%, «rahuldav» 12% ja «puudulik» 2%. Vaatlusmaterjali üksikasjalik analüüs näitas, et esineb suuri erinevusi hinnetes ja ka suhtumises õppetöösse ning spordimeisterlikkuse taseme tõstmisse. Lähtudes vaatlusaluste sportlikest resultaatidest ja üldisest aktiivsusest, võis neid jagada kahte gruppi. I grupp — aktiivsed üliõpilased, kelle sportlikud tulemused pidevalt arenesid, II grupp — suhteliselt passiivsed, nende sportlikud tulemused on madalamad kui esimese grupi liikmel.

Õppeedukuse analüüs gruppide kaupa näitas, et I grupi keskmine õppehinne vaatlusperioodi kestel oli 4,6. Hinnet «väga hea» esines 64%, «hea» 32% ja «rahuldav» 4%. Hinnet «puudulik» ei esinenud. II grupi keskmine oli 3,8. Hinnet «väga hea» esines 21%, «hea» 55%, «rahuldav» 22% ja «puudulik» 2%. Ilmselt oli õppeedukus parem hea sportliku kvalifikatsiooniga, pidevalt arenevate sportlike tulemustega üliõpilastel. Näib, et süstemaatiliselt sportliku treeningu käigus arendatud tahtemadused ja üldine kehaline tublidus aitavad neil võidelda väsimuse vastu ja end kõvemini pingutada ka eksamisesseioonidel.

Õpilaste õppeedukuse analüüs mitmete aastate jooksul (1961—1967) näitas, et spordiga tegelevate õpilaste õppeedukus on parem kui teistel, neil esineb märksa vähem «puudulikke» ja rohkem «häid» ja «väga häid» hindeid. Näiteks 1961/62. õ.-a. spordiharrastajate keskmine õppeedukus oli 3,7, spordiga mittetegelevail 3,4. 1963/64 õ.-a. vastavalt 3,9 ja 3,7; 1965/66. 3,8 ja 3,7 jne. Võrreldes väga heade, heade ja puudulike hinnete hulka, selgub, et hinnet «väga hea» esineb aastakokkuvõtetes spordiga tegelevatel õpilastel 25% ja spordiga mittetegelevatel 17% kogu õppeaasta (näit. 1964/65 õ.-a.) vältel. Puudulikke on vastavalt 0,42% ja 2,9%. Siinjuures peab märkima, et kui spordiga tegelevatel õpilastel esineb veerandihinnetes «puudulikke», siis enamasti need aastakokkuvõteteks parandatakse.

Analüüsi käigus selgus, et oluliseks õppeedukust mõjustavaks faktoriks on õpilaste individuaalsed iseärasused. Opetajatelt kogutud andmete põhjal võis vaatlusaluste klasside õpilased jagada nelja gruppi: elavad — 31,1%, pidurdamatud — 7,1%, rahulikud — 51% ja loiid 10,5%. Analüüsimisel selgus, et eriti negatiivselt mõjub õppeedukusele õpilaste loidus, eriti mittesportlastel. Nii omas spordiga tegelevatest loidudest õpilastest «puudulikke» hindeid vaid üks, loidudest mittesportlastest aga peaaegu pooled. Võib arvata, et spordi harrastamine aktiviseerib loide ja parandab nende tahtemadusi.

B. Tähelepanu intensiivsuse andmed. Tähelepanu intensiivsuse kohta koguti andmeid 28 III spordijärguga ja 35 I ja meistrijärguga üliõpilaselt. Tähelepanu intensiivsuse uurimiseks

korraldati pärast 8—10-tunnilist õppepäeva (4—6 tundi loenguid, 4 tundi praktilisi õppusi) 8-minutiline korrektortest, kus vaatlusalusel tuli läbi kriipsutada tähtede kombinatsioon «VS». Saadud andmete alusel leiti tähelepanu intensiivsuse näitaja ja tehtud töö õigsuse koefitsient. Vaatlusmaterjali statistiline analüüs tõi esile ilmseid erinevusi tähelepanu intensiivsuse näitajates erineva sportliku kvalifikatsiooniga gruppide vahel (vt. tabel 1).

Tabel 1

**Tähelepanu intensiivsuse ja töö õigsuse koefitsiendi keskmised esimesel ja viimasel testi minutil**

Sportlaste	Testi I minut		Testi VIII minut	
	Tähelepanu intensiivsuse keskmine	Töö õigsuse koefitsient	Tähelepanu intensiivsuse keskmine	Töö õigsuse koefitsient
I järk ja meistrijärk	308±38,5	0,85	280±35,6	0,86
	Erinevus tõestatud 99% tõenäosusega ( $t=3,5$ )			
III järk	276±33,5	0,83	244±32,3	0,81
	Erinevus tõestatud 99,9% tõenäosusega ( $t=4,2$ )			

Tabeli 1 andmed näitavad, et nii esimesel kui ka viimasel testi sooritamise minutil on kõrgema sportliku kvalifikatsiooniga grupil näitajad paremad (vahed statistiliselt usutavad 99% tõenäosusega) ning töövõime langus ei ole nii ilmne kui III järgu grupil. III järgu grupi töövõime suurem langus tuleb eriti ilmsiks töö õigsuse koefitsiendi võrdlemisel (mida lähemal on see 1, seda parem on näitaja). I ja III järgu gruppide näitajate erinevus I ja VIII minutil on tõestatud 99,9% tõenäosusega (I min.  $t=3,5$ , VIII min.  $t=4,2$ ).

C. Tähelepanu kontsentreerumisvõime muutused kehalise kasvatuses tunni mõjul. Tähelepanu kontsentreerumisvõime muutusi seoses kehalise kasvatuses tunniga registreeriti 758 korral enne ja pärast kehalise kasvatuses tundi ning tunni keskel enne ja pärast spetsiaalselt läbi viidud koordineerimisharjutusi. Kontsentreerumisvõime selgitamiseks tuli vaatlusalustel 60 sek. kestel liita ühekohalisi paarituid arve paarikaupa. Katset hinnati liidetud arvupaaride ja tehtud vigade alusel.

Materjali üldisest analüüsist selgus, et õpilaste tähelepanu kontsentreerumisvõime kehalise kasvatuses tunni mõjul paraneb. Pärast kehalise kasvatuses tundi liitsid vaatlusalused keskmiselt

$7 \pm 3,8$  arvupaari enam kui tunni eel. Siinjuures 73% täheldati näitajate paranemist, 17% halvenemist ja 10% juhtudel jäid näitajad muutumatuks. Seega enamikul juhtudel avaldas kehalise kasvatus tunde positiivset mõju õpilaste tähelepanu kontsentreerumisele. Vaatlusmaterjali üksikasjalikum analüüs tõi aga esile, et samadel õpilastel esineb erinevatel juhtudel andmetes erinevusi sisust. Vastavalt kehalise kasvatus tunni iseloomule ja sisule võis tundi jaotada viide tüüpi.

- I tüüp — kasutati rohkesti liikumist, mitmekesiseid harjutusi, vahendeid ning erinevaid liikumis- ja spordimänge. Tunnid olid väga emotsionaalsed ja suure intensiivsusega.
- II tüüp — õpetati mitmesuguseid erinevate spordialade tehnika elemente.
- III tüüp. — kasutati põhiliselt rivi- ja korraharjutusi. Emotsionaalsus väike.
- IV tüüp — tehti riistvõimlemist. Liikuvus väike, suhteliselt rohkesti tegevusetust järjekorra pärast riistade juures.
- V tüüp — väga intensiivne tund. Peamiselt 500 m ja 1000 m jooksu normide täitmine.

Et tundide eel oli liidetud arvupaaride hulk enam-vähem võrdne, siis esitame ainult dünaamika (vt. tabel 2).

Tabel 2

**Tähelepanu kontsentreerumise võime keskmine dünaamika olenevalt kehalise kasvatus tunni iseloomust**

Kehalise kasvatus tunni tüüp	Keskmine liidetud arvupaaride dünaamika		
	enne koordinatsiooni harjutust	pärast koordinatsiooni harjutust	pärast tundi
I	$6 \pm 1,5$	$10 \pm 2,5$	$14 \pm 2,8$
II	$4 \pm 1,8$	$7 \pm 2,1$	$5 \pm 1,6$
III	$3 \pm 1,2$	$5 \pm 1,8$	$4 \pm 1,7$
IV	$2 \pm 1,0$	$4 \pm 1,3$	$2 \pm 1,4$
V	—	1,0	0,8

Tabeli 2 andmetest selgub, et tähelepanu kontsentreerumise võime paranes enam liikuvate, emotsionaalsete vaheldusrikaste tundide mõjul.

### Kokkuvõte

Tehtud uurimuste alusel võib öelda, et spordiga tegelevate üliõpilaste ja kooliõpilaste õppeedukus on parem kui mittesportlastel ja madalama sportliku kvalifikatsiooniga vaatlusalustel.

Ka tähelepanu intensiivsus ja töö õigsuse koefitsient on kõrgema sportliku kvalifikatsiooniga vaatlusalustel parem. Tugev vaimne ja füüsiline koormus ei kutsunud neil esile väsimust nii tugevalt kui madalama kvalifikatsiooniga vaatlusalustel. Näib, et sportliku tegevuse ja kehaliste harjutuste kasutamine aitab täiustada nii õpilaste kui ka üliõpilaste psühhofüüsilisi omadusi ja suurendab nende töövõimet. Üldine töövõime tõus aitab aga säilitada jõudu, energiat ja tahet edukaks tööks pingelises õppeprotsessis.

## KIRJANDUS

1. Хион В. Т. О фактах, влияющих на физическое развитие детей. Тезисы докладов IV конференции. Таллин, 1962, стр. 75—76.
2. Silla, R. Kehalise kasvatusе mõjust vaimsele töövõimele. IV vabariiklik teaduslik-praktiline konverents spordimeditsiini ja ravikehakultuuri küsimustes. Ettekannete materjalid. Tallinn, 1962, lk. 16—17.
3. Силла Р. В. О влиянии систематического физического воспитания на умственную работоспособность школьников. «Теория и практика физической культуры», 1963, 1, стр. 49—51.
4. Силла Р. В. Гигиеническое значение двигательной активности школьников. Автореф. докт. дисс. Тарту, 1968.
5. Теосте М. Э. О влиянии уроков воспитания на работоспособность школьников. Тезисы докладов IV конференции. Таллин, 1962, стр. 86—87.
6. Oja, S. Rande, I. Faktid kummutavad eksiarvamusi — «Kehakultuur», 1962, 15, lk. 474—475.
7. Оя С. М. Сравнительные данные успеваемости школьников, занимающихся и незанимающихся спортом. Доклады II научной конференции, посвященной проблемам «Климат, учение, спорт» (Май 1963 г.) Серия «Учение», Ташкент, 1963, стр. 211—217.
8. Оя С. М. О влиянии урока физического воспитания на концентрацию внимания школьников «Психологические вопросы физического воспитания в школе». — «Проблемы психологии спорта», М., 1965, стр. 62—65.
9. Oja, S. Kehakultuuriteaduskonna üliõpilaste õrpeedukusest. Eesti NSV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1966, lk. 13—15.
10. Oja, S. Über die Fortschritte und die geistigen Fähigkeiten der sporttreibenden Schüler und Studenten Kurzreferate Jahreskongress 1968. Arbeit und Sport. Dresden, 1968, S. 3—4.
11. Нагорный В. Э. Научные вопросы физического воспитания учащихся «Физическая культура в школе», 1962, 2, стр. 11—12.
12. Нагорный В. Э. Использование физических упражнений в целях повышения умственной работоспособности студентов. Материалы XVI научно-методической конференции вузов г. Москвы по физическому воспитанию 14—17 июня. М., 1965, стр. 11—12.
13. Ковригин В. М., Темба А. П. Физическая культура и работоспособность студентов «Теория и практика физической культуры», 1966, 8, стр. 69—70.



# ОБ УСПЕВАЕМОСТИ И УМСТВЕННОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

С. М. Оя

Резюме

В данном исследовании была поставлена задача изучения успеваемости и умственной работоспособности студентов физического факультета и школьников, занимающихся и незанимающихся спортом. Всего под наблюдением находилось 150 студентов и 1200 школьников с VIII по XI классы. Исследования проводились с 1962 по 1967 годы.

Успеваемость школьников мы оценивали по отметкам в учебных четвертях и по годовым отчетам; успеваемость студентов — по оценкам в учебных семестрах. В некоторых классах регистрировались и текущие оценки в течение учебного года.

Критериями умственной работоспособности являлись показатели концентрации, переключения и распределения внимания. При этом пользовались разными цифровыми и корректурными тестами. Показатели внимания изучались в основном перед и после разных, по характеру и содержанию, уроков физического воспитания в школе, а у студентов — перед и после разных тренировочных занятий.

Занимающимися спортом мы считали школьников, обучающихся в спортшколах, в школьных секциях и в группах при домоуправлениях.

Цифровой материал обработан методами математической статистики.

Анализ материалов показал, что успеваемость, концентрация и переключение внимания лучше у спортсменов. У спортсменов высших спортивных разрядов эти показатели лучше, чем у других. Оказалось, что особенно большая разница между успеваемостью спортсменов и неспортсменов отмечается у вялых и несдержанных учащихся и среди незанимающихся спортом встречается относительно много «двоек».

Анализ данных о влиянии урока физического воспитания на показатели концентрации внимания испытуемых показал, что улучшение или ухудшение концентрации внимания зависит от характера и содержания урока. Отмечалось, что показатели концентрации внимания улучшились под влиянием урока физического воспитания в тех случаях, когда на уроках использовались веселые, интересные, требующие движений упражнения и вообще, если урок уплотненный. Противоположный результат давал урок при монотонных упражнениях, требующих мало движений.

У хорошо тренированных студентов, мастеров и перворазрядников в большинстве случаев показатели внимания, в частности концентрация внимания, улучшались под влиянием тренировочного урока. Лишь очень сильная и относительно однообразная тренировка была причиной заметного ухудшения концентрации и переключения внимания.

## **ÜBER DIE FORTSCHRITTE UND DIE GEISTIGEN FÄHIGKEITEN DER SPORTTREIBENDEN SCHÜLER UND STUDENTEN**

**S. Oja**

### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit untersucht die Fortschritte und die geistigen Fähigkeiten der Studenten der Fakultät für Körperkultur, der Schüler, die Sport treiben so wie auch die der Schüler, die keinen Sport ausüben. Im Laufe der Jahre 1962—1967 wurden 136 Studenten der Fakultät für Körperkultur und 1200 Schüler der VIII XI Kl. untersucht.

Die Leistungen schätzte man nach den Noten der Vierteljahre, Semestern und Schuljahre. Auf Grund der Gradmesser der Aufmerksamkeitskonzentration — und Umschaltunfähigkeit schätzte man die geistigen Fähigkeiten der gegenden Versuchsgruppen. Um die geistigen Fähigkeiten festzustellen, wurden vor und auch nach verschiedener Art von Sport und Trainings stunden verschiedene Ziffern- und Buchstabenteste durchgeführt. Die Analyse des Untersuchungsmaterjals zeigt, daß die Kennziffern der Leistungen, der Aufmerksamkeitskonzentration und Umschaltunfähigkeit bei den Sportlern besser sind. Besonders gute Kennziffern wurden bei Sportlern mit höherer Qualifikation bemerkt. Besonders groß ist der Unterschied der Leistungen der Sportler und Nichtsportler bei trägen und ungehemmten Untersuchungsobjekten. Bei trägen und ungehemmten Nichtsportlern kommen viel mehr ungenügende Noten vor, als bei trägen und ungehemmten Sportlern.

Bei weiterer Analyse des Untersuchungsmaterjals stellte man fest, daß die Verbesserung oder Verschlechterung der Aufmerksamkeitskonzentrationsfähigkeit unter dem Einfluß der Körperkulturstunden in großem Maße vom Charakter der Sportstunden und von den angewendeten Übungen abhängt. Man stellte fest, daß Stunden, in denen viele abwechslungsreiche, emotionelle und Bewegung fordernde Übungen gemacht werden, wo die Schüler dauernd beschäftigt sind positiv auf die Aufmerksamkeits- und Konzentra-

tionsfähigkeit einwirken. Monotone und wenig Bewegung fordernde Stunden üben eine umgekehrte Wirkung aus.

Bei guttrainierten Sportlern verbessern sich die Aufmerksamkeitseigenschaften, besonders die Konzentrationsfähigkeit, unter dem Einfluß von Trainingsstunden, und bloß ser anstrengende und mit verhältnismäßig großer Belastung durchgeführte Trainingsstunden verursachen die Verschlechterung der Aufmerksamkeit.

## ÜLDISE KEHALISE ETTEVALMISTUSE OSAKONNA NAISÜLIÕPILASTE TÄHELEPANU MUUTUSTEST SUUSA- JA VÕIMLEMISPERIOODIL

E. Prii

Kehalise kasvatuse ja spordi kateeder

Tähelepanu on inimese psüühilise tegevuse üks külg, mis on vajalik teadmiste edukaks omandamiseks, tööülesannete täitmiseks jms.

Paljud uurimused on näidanud, et kehaliste harjutustega tegelemine avaldab mõju tähelepanu omadustele: S. Oja ja S. Ilomets (1965), F. Genov (1967), G. Gorbunov (1967) jt. Samas on aga rõhutatud, et konkreetse kehalise kasvatuse tunni mõju sõltub suuresti tunni iseloomust: V. Topaasia (1968), L. Nersesjan (1965), L. Danilina (1966) jt.

Käesoleva töö ülesandeks oli uurida erineva sisuga kehalise kasvatuse tundide mõju suusa- ja võimlemisperioodidel naisüliõpilaste tähelepanuvõimele.

### Metoodika

Vaadeldi 52 ÜKE osakonna naisüliõpilast, kes jagunesid teaduskondade ja osakondade kaupa järgmiselt. I kursus: 12 bioloogia-, 2 geograafiaosakonna ja 4 Õigusteaduskonna üliõpilast; II kursus: 8 eesti filoloogia, 5 inglise filoloogia, 1 ajaloo-, 19 vene filoloogia osakonna üliõpilast. Vaatlusaluste keskmine vanus oli 19,5 a. Uurimus viidi läbi suusaperioodil 1972. a. veebruaris ja võimlemisperioodil 1972. a. aprillis enne ja pärast tunde. Tundide kestus oli mõlemal juhul 90 minutit.

Paljud uurijad — L. Nifontova (1969), V. Solovjova (1960), F. Genov (1967), L. Danilina (1966) jt. on näidanud, et tähelepanu uurimiseks on sobivad korrekatuurtestid. Nende abil saab küllaltki lühikese vaatlusaja jooksul hinnata tähelepanu omadusi (püsivust, intensiivsust, ümberlülitumisvõimet jne.) Lähtudes sellest kasutati ka käesolevas töös tähelepanu ümberlülitusvõime uurimiseks korrekatuurteste. Vaatlusaluste ülesandeks oli I ja III 30 sek. jook-

sul alla kriipsutada võimalikult kiiresti ja õigesti kõik «u» tähed ja läbi kriipsutada kõik «n» tähed. II ja IV 30. sek. jooksul toimus töö vastupidiselt.

Kogutud andmete analüüsil võeti aluseks ümberlülitustesti töönäitajate muutused enne ja pärast kehalise kasvatus tundi. Analüüs toimus töö kvantiteedi (A), kvaliteedi (O) ja produktiivsuse (I) näitajate abil.

Saadud arvulised andmed töötati läbi matemaatilise statistika meetoditega «Ural-4» vahendusel.

Tabelitel ja joonistel kasutatud lühendid:

$A_1, A_2, A_3, A_4$  — läbivaadatud tähtede hulk I, II, III ja IV 30 sek. jooksul.

$O_1, O_2, O_3, O_4$  — õigsuse koefitsiendid sama aja jooksul.

$I_1, I_2, I_3, I_4$  — tähelepanu produktiivsuse näitajad sama aja jooksul.

### Tulemused ja arutelu

Analüüsides tabelis 1 esitatud andmeid selgub, et võimlemisperioodil on vaatlusaluste poolt läbi vaadatud tähtede keskmine hulk nii enne kui ka pärast tunde statistiliselt usutavalt suurem kui suusaperioodil. Samas näeme, et läbivaadatud tähtede hulk on mõlemal vaadeldaval perioodil pärast tunde statistiliselt usutavalt suurem kui enne tundi. Seda võib täheldada kõigi 30-sekundiliste seeriade andmetes. Peab märkima, et mõlemal vaadeldaval perioodil on näitajate dünaamika sarnane. Nii vaadati kõigil juhtudel kõige vähem tähti läbi teise 30 sekundi jooksul.

Võrreldes üksikandmete hajuvust variatsioonikoefitsiendi abil (tabel 1) selgub, et kõikidel juhtudel on variatsioonikoefitsient pärast tundi väiksem. Eriti ilmneb see võimlemisperioodil.

Tabeli 2 andmetest selgub, et võimlemisperioodil on vaatlusaluste poolt tehtud töö õigsuse protsent nii enne kui ka pärast tunde statistiliselt usutavalt suurem kui suusaperioodil. Samas võib märkida, et nõutud alla- ja mahakriipsutatud tähtede õigsuse protsent suusaperioodil on pärast tundi statistiliselt usutavalt suurem kolme esimese 30 sekundi jooksul tehtud töös, võimlemisperioodil aga statistiliselt usutavalt suurem esimese 30 sek. jooksul tehtud töös. Ülejäänud tööosades võib märgata õigsuse protsendi langust.

Ka mõlema perioodi näitajate dünaamikas ilmneb sarnasus. Nii on kõige suurem õigsuse protsent kolmanda 30 sekundi jooksul tehtud töös.

Võrreldes üksiknäitajate hajuvust (tabel 2) nähtub, et enamikul juhtudel on variatsioonikoefitsient pärast tundi väiksem (eriti ilmneb see võimlemisperioodil.)

Tabel 1

## Umberlülitustesti töö kvantiteedi (A) näitajate keskmised suusa- ja võimlemisperioodil

Periood	Näitaja	Keskmised näitajad											
		Enne tundi	A <sub>1</sub>	Pärast tundi	Enne tundi	A <sub>2</sub>	Pärast tundi	Enne tundi	A <sub>3</sub>	Pärast tundi	Enne tundi	A <sub>4</sub>	Pärast tundi
Suusaperiood	X	103,1		129,4	101,4		117,3	121,4		127,8	117,9		114,5
	C	21,3		16,8	28,1		18,3	22,1		20,7	21,2		19,7
	U	96,9—109,2		122,9—135,8	93,5—109,4		110,9—123,6	113,9—128,9		119,9—135,6	110,9—124,8		107,7—121,3
Võimlemisperiood	X	116,6		140,9	110,7		127,4	134,4		134,2	119,9		122,0
	C	24,1		19,8	26,3		20,3	22,7		17,8	21,6		18,8
	U	87,5—124,4		138,8—155,0	102,6—118,8		120,2—134,6	125,9—142,9		127,6—140,9	112,7—127,1		115,6—128,4

Tabel 2

## Ümberlülitustesti töö kvaliteedi (O) näitajate keskmised suusa- ja võimlemisperioodil

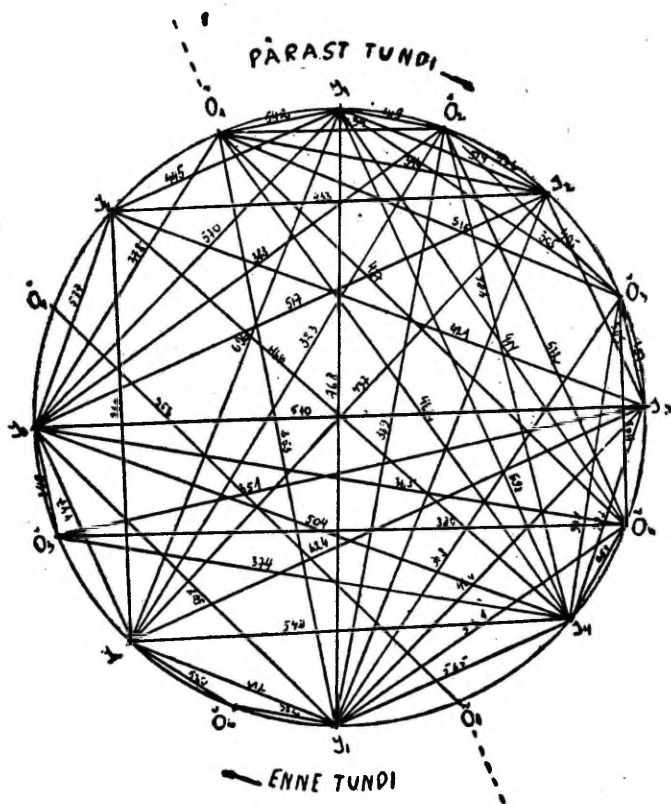
Periood	Näitaja	Keskmised näitajad							
		Enne tundi	O <sub>1</sub> Pärast tundi	Enne tundi	O <sub>2</sub> Pärast tundi	Enne tundi	O <sub>3</sub> Pärast tundi	Enne tundi	O <sub>4</sub> Pärast tundi
Suusaperiood	X	94,7	96,3	94,6	96,1	96,9	97,4	95,0	93,2
	C	14,7	6,4	6,0	5,9	3,9	3,7	6,1	9,8
	U	90,8—98,5	94,4—98,1	93,6—96,2	94,4—97,8	95,9—98,0	96,3—98,4	93,4—96,6	90,4—95,3
Võimlemisperiood	X	96,6	97,5	96,6	96,3	98,0	97,4	95,8	95,3
	C	9,5	3,9	4,8	4,4	3,2	4,2	5,7	4,1
	U	94,1—99,2	96,4—98,6	95,3—97,9	95,1—97,5	97,2—98,9	96,3—98,5	94,3—97,4	94,2—96,4

Tabel 3

## Umberlülitustestli töö produktiivsuse (I) näitajate keskmised suusa- ja võimlemisperioodil

Periood	Näitaja	Keskmised näitajad							
		Enne tundi	I <sub>1</sub> Pärast tundi	Enne tundi	I <sub>2</sub> Pärast tundi	Enne tundi	I <sub>3</sub> Pärast tundi	Enne tundi	I <sub>4</sub> Pärast tundi
Suusaperiood	X	99,4	123,9	96,3	112,8	117,7	126,7	114,2	107,4
	C	23,1	19,3	31,2	20,8	22,2	18,9	20,5	24,3
	U	93,0—105,8	116,8—131,0	87,9—104,7	105,8—119,8	110,2—125,2	119,5—133,8	105,0—117,8	99,5—115,2
Võimlemisperiood	X	111,8	143,4	106,6	122,9	131,8	130,8	115,2	115,3
	C	24,2	21,2	27,0	21,8	23,3	19,0	23,1	19,4
	U	104,3—119,3	134,9—151,9	98,5—114,6	115,4—130,4	123,2—140,3	123,8—137,8	107,3—122,7	109,7—122,3

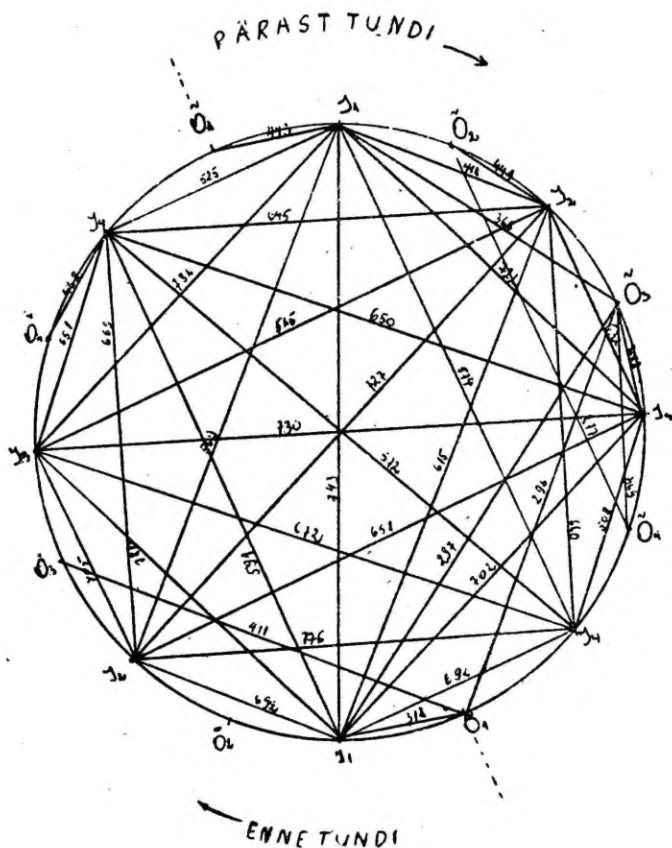




Jo on. 1. Tähelepanutesti andmete korrelatsioonana-  
lüüs suusaperioodil.

Tabeli 3 vaatlusandmetest selgub, et ümberlülitustesti töö produktiivsuse keskmised näitajad nii enne kui ka pärast tunde on statistiliselt usutavalt suuremad võimlemisperioodil. Samas näeme, et töö produktiivsuse näitaja on mõlema vaadeldava perioodi enamikul juhtudel statistiliselt usutavalt suurenenud või jäänud samaks pärast kehalise kasvatus tundi. Kõige suurem töö produktiivsuse näitaja oli võimlemisperioodil pärast tundi esimese 30 sekundi jooksul. Suusaperioodil samuti pärast tundi, kuid kolmanda 30 sekundi jooksul tehtud töös. Vaadeldes üksiknäitajate hajuvust variatsioonikoefitsiendi abil (tabel 3) näeme, et enamikul juhtudel on variatsioonikoefitsient pärast tundi väiksem. Eriti on variatsioonikoefitsient vähenenud võimlemisperioodil.

Võrreldes meie poolt saadud andmeid kirjanduse andmetega, selgub, et need on kooskõlas. Nii on mitmed autorid, N. Nagõrnõi (1965), V. Nohhonov (1968); L. Nersesjan (1965) jt., näidanud, et



Joon. 2. Tähelepanutesti andmete korrelatsioonanalüüs võimlemisperioodil.

tähelepanu omadused paranevad keskmise intensiivsusega tundides kuni 87,7%. Nendes kehalise kasvatuses tundides, kus õpilased jooksid 300—800 m, suusatasid 3—5 km täie jõuga või õppisid uusi harjutusi, oli tähelepanu kontsentratsiooni tõusu märgata 66% juhul.

Pärast tundi tähelepanu ümberlülitustesti töö kvantiteet on tunduvalt parem kui enne tundi sooritatud töös. Seda kinnitavad ka arvukad kirjandusandmed (V. Topaasia 1969, R. Silla 1962, G. Sitikova 1967, S. Oja 1962, 1963, 1965, 1968 jt.).

Analüüsides tähelepanutesti kvaliteedi ja kvantiteedi näitajate vahelisi seoseid suusaperioodil, ilmneb (joonis 1): 1) töö produktiivsuse näitajad enne ja pärast kehalise kasvatuses tundi on tuge-

vas positiivses korrelatsioonis; 2) pärast tundi esimese 30 sekundi jooksul sooritatud ümberlülitustesti töö kvaliteedi näitaja ( $O_1$ ) on positiivses korrelatsioonis pärast tundi kolme viimase 30 sekundi jooksul tehtud töö õigsuse näitajatega ( $O_2, O_3, O_4$ ) ja produktiivsuse näitajatega ( $I_1, I_4$ ); 3) pärast tundi tehtud töö kvantiteedi suurenemisega suurenevad ka produktiivsuse ja kvaliteedi näitajad, enne tundi aga kvaliteedi näitajate vahel tugevat positiivset korrelatsiooni ei esine.

Võimlemisperioodil registreeritud tähelepanutesti andmete korrelatsioonanalüüs näitab järgmist (joonis 2): 1) produktiivsuse näitajad (1) on omavahel positiivses korrelatsioonis nii enne kui ka pärast tundi; 2) enamikul juhtudel puudub enne tundi töö kvaliteedi ja produktiivsuse näitajate vahel korrelatsioon; 3) pärast tundi on töö kvaliteedi ( $O_1, O_2, O_3$ ) ja produktiivsuse näitajad ( $I_1, I_2, I_3$ ) omavahel nõrgas positiivses korrelatsioonis. Võrreldes erinevate perioodide korrelatsioonanalüüsi andmeid, selgub, et suusaperioodil esineb tähelepanutesti näitajate vahel rohkem seoseid kui võimlemisperioodil.

### Järeldused

1. Vaatluseluste tähelepanu ümberlülitusvõime näitajad nii suusa- kui ka võimlemisperioodil on pärast kehalise kasvatus tundi paremad kui enne tundi.

2. Vaatluseluste tähelepanu ümberlülitusvõime näitajate paranemise ulatus kehalise kasvatus tunni mõjul oleneb tunni sisust. Meie andmete järgi võimlemisperioodil läbiviidud tund avaldas suuremat mõju tähelepanu ümberlülitusvõimele kui suusaperioodil läbiviidud tund.

3. Enne ja pärast läbiviidud tundi tähelepanu ümberlülitustesti näitajad korreleeruvad omavahel.

3. Suusaperioodil saadud andmed korreleeruvad omavahel rohkem kui võimlemisperioodil saadud andmed.

### KASUTATUD KIRJANDUS

1. Oja, S. Psüühilistest seisunditest ja psühholoogilisest ettevalmistusest spordis. Tartu, 1968, lk. 46—53.
2. Oja, S., Rande, I. Faktid kummutavad eksiarvamusi. — Kehakultuur, 1962, nr. 15, lk. 474—475.
3. Oja, S., Veskaru, E. Veelkord õppeedukusest ja spordist. — Kehakultuur, 1965, nr. 23, lk. 728.
4. Oja, S., Ilomets, S. Tähelepanu kontsentreerumisvõime muutusi olenevalt kehalise kasvatus tunni iseloomust. — Teaduslik-metoodiline konverents kehalisest kasvatus koolis. Konverentsi materjalid. Tartu, 1965, lk. 41—43.
5. Silla, R. Kehalise kasvatus mõjust vaimsele töövõimele. — IV vabariiklik teaduslik-praktiline konverents spordimeditšini ja ravikehakultuuri küsimustes. Tallinn, 1962, lk. 16—17.

6. Toopaasia, V. Uurimus ettevalmistava osakonna üliõpilaste kehalise ettevalmistuse ja spordihuvide dünaamikast. Kandidaadidissertatsioon. Tallinn, 1971, lk. 54—61.
7. Toopaasia, V. Kehalise kasvatuse tundide mõjust tähelepanu intensiivsusele. Spordipsühholoogia- ja sotsioloogiaalane konverents. Tartu, TRÜ, 1969, lk. 109—110.
8. Генцов Ф. Интенсивность и устойчивость внимания спортсмена перед разминкой как показатель его мобилизационной готовности. — Сб.: Тезисы VI Всесоюзного совещания по психологии физического воспитания и спорта. М., 1967, 92—94.
9. Данилина Л. Н. Влияние занятий спортом на развитие внимания школьников. — Теория и практика физической культуры. 1966, № 9, 28—31.
10. Нагорный В. Физические упражнения как средство повышения работоспособности в умственном труде. — Теория и практика физической культуры. 1964, № 8, 23—26.
11. Нерсисян Л. С. О влиянии разминки на интенсивность и устойчивость внимания. — Вопросы психологии. 1965, № 3, 123—134.
12. Оя С. М. Сравнительные данные успеваемости школьников, занимающихся и незанимающихся спортом. — Доклады II научной конференции, посвященной проблемам «Климат, учение, спорт» (май, 1963 года) Серия — «Учение», 211—217.
13. Соловьева В. П. Методы исследования динамики работоспособности при умственном труде. — Сб.: Методы физиологических исследований трудовых процессов. М., 1960, 50—60.
14. Шитикова Г. Ф. О влиянии уроков физического воспитания на умственную работоспособность и успеваемость учащихся младших классов. — Сборник научных работ молодых ученых за 1966 год. Л., 1967, 75—79.

## ИЗМЕНЕНИЯ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОК ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕЧЕНИЕ ПЕРИОДА ЗАНЯТИЙ ЛЫЖНЫМ СПОРТОМ И ГИМНАСТИКОЙ

Э. Прий

Резюме

Задачей данной работы было исследование разницы показателей переключения внимания перед и после физкультурного занятия в гимнастическом и лыжном периодах.

Под наблюдением находились 52 студентки Тартуского государственного университета разных факультетов. Переключение внимания исследовалось с помощью корректурной пробы, где студентки должны были в течение I и III 30 сек. быстро и точно подчеркнуть все буквы «и» и зачеркнуть все буквы «п», а в течение II—IV 30 сек. наоборот зачеркнуть буквы «и» и подчеркнуть буквы «п».

Анализ собранных материалов произвели по общему количеству просмотренных букв (А), по коэффициенту правильности выполнения теста (О) и по показателю продуктивности внимания

(I). Полученные данные показали разницу между данными переключения внимания, зарегистрированные до и после занятия физкультурой. Результаты исследования подтверждают, что показатели переключения внимания лучше после урока физкультуры. При этом показатели переключения внимания лучше в период занятия гимнастикой.

## **ALTERATIONS OF THE ATTENTION IN STUDENTS DURING THE PERIOD OF TRAINING LESSONS OF SKIING AND GYMNASTICS**

**E. Prii**

### **Summary**

The aim of the present paper was to study differences in the characteristics of the switching ability of attention before and after physical training lessons during skiing and gymnastics periods.

52 students from different faculties of Tartu State University were under investigation. The switching ability of attention was investigated by means of correction tests. Within the 1st and 3rd spells of 30 seconds the students were to cross out all the "u" letters and underline all the "n" letters. For the 2nd and 4th periods of 30 seconds they had an opposite task — to cross out all the "n" letters and underline all the "u" letters.

The experimental data were analysed by means of the total sum of letters looked through (A), the coefficient of correctness in carrying out the test (O) and the index of productivity (I). The results reveal the difference in the characteristics of the switching ability of attention before and after physical training lessons.

The results prove that the characteristics of the switching ability of attention are better after physical training lessons. It also appeared that the characteristics of the switching ability of attention are better in the period of gymnastics.

## **TREENITUSSEISUNDI PSÜHHODIAGNOSTIKA ERINEVATE SPORDIALADE ESINDAJATEL**

**S. Oja**

Kehalise kasvatuse ja spordi kateeder

Sportlase treenitusseisundi hindamiseks on vaja saada iga-  
külgselt ülevaadet tema üldseisundist. Kehaliste võimete ja arstliku  
kontrolli andmete kõrvale on vajalik koguda andmeid, mis iseloo-  
mustaksid ka sportlase üldisi ja spetsiaalseid psüühilisi iseärasusi  
ja seisundeid ning psüühiliste protsesside dünaamikat treening-  
protsessis.

P. Rudik (1969), A. Puni (1969), G. Savenkov (1969 a, 1965 b)  
jt. peavad vajalikuks võtta kasutusele unifitseeritud meetodika,  
mis oleks vähe aega nõudev, objektiivne, kiirelt informatsiooni  
andev ning mille aparatuur võimalikult portatiivne. Moskva Riik-  
liku Kehakultuuri Keskinstituudi psühholoogia kateeder on tööta-  
nud välja nimetatud nõuetele vastava kompleksse uurimismetoodika  
(1967, 1969), mida on püütud osaliselt kasutada käesoleva töö  
teostamisel.

Kirjanduse andmeil on treenitusseisundi hindamisel psühho-  
füsioloogilistest näitajatest registreeritud käe treemorisagedust  
(S. Oja, N. Kutti, M. Raiend — 1967, 1969; V. Pissarenko — 1967,  
B. Põrvanov — 1970, A. Romanin — 1972 jt.), liigutuste tempo  
variatiivsust ja kiirust (O. Tšernikova — 1967, 1969; J. Kisseljov —  
1968, F. Genov — 1969, 1971; S. Oja — 1969 jt.), tähelepanu oma-  
dusi (A. Romanin — 1968, O. Tšernikova — 1968, V. Medvedev —  
1968, F. Genov — 1969, 1971; L. Danilina — 1969, S. Oja, M. Tõnts,  
N. Kutti — 1969, G. Savenkov — 1969, B. Põrvanov — 1970, S. Oja,  
M. Raiend, H. Aunin — 1971 jt.), sügavusnägemise täpsust ja  
nägemisvälja ulatust (E. Makuni — 1963, V. Medvedjev — 1968,  
1969 b, 1969 a, jt.), liigutuste täpsust (V. Melnikov, S. Oja — 1969  
jt.), informatsiooni vastuvõtu ja läbitöötamise kiirust (V. Medved-  
jev — 1969 b, N. Perepelov — 1971, V. Minejev — 1961 jt.) ning  
mitmeid teisi näitajaid.

Käesoleva töö ülesandeks oli uurida:

- 1) mõningate psühhofüsioloogiliste näitajate dünaamikat ettevalmistaval ja võistlusperioodil erinevate spordialade sportlastel,
- 2) veloergomeetril sooritatud 6-min. funktsionaalse proovi mõju vaatlusaluste mõningatele psühhofüsioloogilistele näitajatele treenitusseisundis.

## Tulemused ja arutelu

A. Psühhofüsioloogiliste näitajate dünaamika erinevatel treeningperioodidel

Vaatluse all oli 108 I ja meistrijärgu sportlast (neist 13 naiskorvpallurit, 16 meest — kesk- ja pikamaajooksjad, 16 meesaerutajat, 18 naist-sportvõimlejat ja 45 noort kergejõustiklast, neist 17 neidu ja 28 noormeest). Uurimusi teostati ettevalmistaval ja võistlusperioodil 3—12 päeva enne vastutusrikkaid võistlusi.

Psühhofüsioloogilistest näitajatest registreeriti:

- 1) parema käe staatilise treemori sagedus 30 sek. jooksul treemomeetri abil;

- 2) liigutuste tempo variatiivsus tepingtesti abil viies 10-sek. seerias O. Tšernikova (1967) poolt soovitatud viisil. Vaatlusalusel tuli sooritada teineteisest 5 cm kaugusel asuvatele metallplaatidele horisontaal-vertikaalsuunalisi koputusi vahelduvalt vaatlusaluste poolt valitud mugavas-aeglases, mugavas-kiires ja mugavas tempos. Mugavas tempos sooritatud andmete alusel leiti meie poolt (S. Oja, 1969) soovitatud emotsionaalse stabiilsuse koefitsient. Paus seeriate vahel 5—10 sek.;

- 3) maksimaalne kopuamise kiirus ühele plaadile kahes 10-sek. seerias. Paus seeriate vahel 30—45 sek.;

- 4) parema käe liigutuste täpsus vertikaalselt seinale kinnitatud skaala abil, mille keskpunkt asetses vaatlusaluse õla kõrgusel. Vaatlusalune, seistes rinnati käe ulatuse kaugusel skaalast, pidi tõstma parema käe ette takistuseni, fikseerima asendi, langetama käe ning seejärel kordama sama liigutust takistuseta, püüdes kätt peatada punktis, kus varem oli takistus. Vaatlusaluse silmad olid kogu katse kestel suletud. Liigutuste täpsust hinnati millimeetrites. Katset sooritati 10 korda intervalliga 5—10 sek.;

- 5) tähelepanu kontsentratsioonivõime 2 min. jooksul korrek-tuurtesti abil. Vaatlusaluse ülesandeks oli testis läbi või alla kriip-sutada tähtede kombinatsioon «BC» või «NV». Saadud andmete alusel leiti tähelepanu näitaja (I) ja õigsuse koefitsient (Ö) (P. Rudik, 1969).

Vaatlusaluste treenitusseisundit hinnati põhiliselt võistlustel saavutatud tulemuste ning pedagoogilise vaatluse ja vestluse teel saadud andmete alusel.

Kogutud arvulised andmed töötati läbi matemaatilise statistika meetoditega elektronarvuti «Ural-4» vahendusel.

Keskmiised näitajad ettevalmistaval (I) ja võistlusperioodil (II)

Tabel 1

		Naiskorvpallurid n=13 x±s	Kesk- ja pikamaa jooksjad n=16 x±s	Aerutajad n=16 x±s	Sportvõimlejad (naised) n=18 x±s	Noored kergejõustiklased (noormehed) n=28 x±s	Noored kergejõustiklased (neiud) n=17 x±s
Treemorisagedus	I II	10,6±8,8 9,4±10,2	23,9±20,0 22,4±18,0	15,6±7,9 13,5±8,4	22,4±5,1 21,2±6,7	65,4±26,5 21,8±13,0	35,9±17,2 20,7±21,0
Mugav tempo	I II	27,3±5,2 24,9±4,2	26,9±9,0 25,9±7,2	22,4±6,0 17,5±4,6		24,9±6,2 18,2±5,4	29,0±4,6 26,5±7,9
Emotsionaalse stabiilsuse koefitsient	I II	0,073±0,021 0,067±0,028	0,076±0,036 0,066±0,034	0,128±0,082 0,119±0,078		0,076±0,036 0,067±0,045	0,076±0,043 0,056±0,029
Kiire tempo	I II	44,0±3,4 49,0±3,8	42,0±3,3 47,6±8,0	40,2±8,7 46,0±11,0		48,0±8,6 52,6±7,2	46,1±11,3 53,5±8,9
Aeglane tempo	I II	19,5±5,4 18,5±4,2	19,0±7,7 18,5±5,8	14,5±4,5 11,9±2,6		19,9±6,3 14,9±6,7	21,5±3,7 22,1±8,6
Tähelepanu intensiivsuse näitaja	I II	441±57 436±43	370±62 423±88	351±41 404±57	310±50 360±35		
Koputamise kiirus	I II	63±7,2 67±5,7		63±7,1 68±5,6	71±8,1 74±4,2	68±11,7 75±9,0	56±12,5 73±13
Liigutuste täpsus	I II	1,8±0,4 1,4±0,4	2,2±0,5 1,5±0,3	2,0±0,4 1,4±0,4	1,2±0,5 0,4±0,2		
Oiguse koefitsient	I II	0,96±0,03 0,96±0,09	0,92±0,10 0,97±0,03	0,96±0,39 0,98±0,24	0,95±0,10 0,98±0,12	0,94±0,06 0,97±0,03	0,86±0,16 0,92±0,15



Vaatlusmaterjali statistiline analüüs näitab, et kõikidel vaatlusalustel gruppidel, kõikides uuritud psühhofüsioloogilistes näitajates esinevad ilmsed erinevused ettevalmistava ja võistlusperioodi uurimisandmete vahel (vt. tabel 1).

Tabeli 1 andmetest selgub, et võistlusperioodil on käe treemorisageduse, liigutuste mugava ja aeglase tempo keskmised ning liigutuste täpsuse keskmine viga vähenenud. Samuti on vähenenud emotsionaalse stabiilsuse koefitsient. Samal ajal aga tähelepanu intensiivsuse näitaja, õigsuse koefitsient, maksimaalses tempos koputamise kiirus ja valitud kiire liigutuste tempo on suurenenud.

Statistiliselt usutavad erinevused ilmnevad treemorisageduses kergejõustiklastel noormeesel ( $t=7,24$ ,  $p<0,01$ ) ja neidudel ( $t=3,71$ ,  $p<0,01$ ); mugavas liigutuste tempos aerutajatel ( $t=2,58$ ,  $p<0,05$ ) ja kergejõustiklastel noormeesel ( $t=4,40$ ,  $p<0,01$ ); kiires liigutuste tempos naiskorvpalluritel ( $t=3,55$ ,  $p<0,01$ ); kesk- ja pikamaajooksjail ( $t=2,78$ ,  $p<0,02$ ) ja noormeesel kergejõustiklastel ( $t=2,32$ ,  $p<0,05$ ); aeglases tempos aerutajail ( $t=2,75$ ,  $p<0,02$ ) ja noormeesel kergejõustiklastel ( $t=2,68$ ,  $p<0,05$ ); tähelepanu intensiivsuse näitajais sõudjail ( $t=3,02$ ,  $p<0,01$ ) ja võimlejail ( $t=3,46$ ,  $p<0,01$ ); maksimaalses koputamise kiiruses nii noormeesel kergejõustiklastel ( $t=3,25$ ,  $p<0,01$ ) kui ka neidudel ( $t=3,09$ ,  $p<0,01$ ), aerutajatel ( $t=2,19$ ,  $p<0,05$ ) ning liigutuste täpsuses naiskorvpallureil ( $t=2,81$ ,  $p<0,01$ ); kesk- ja pikamaajooksjail ( $t=4,76$ ,  $p<0,01$ ) ja aerutajatel ( $t=3,06$ ,  $p<0,01$ ).

Esitatud tulemused on kooskõlas kirjanduse andmetega. Nii on näidanud S. Oja, N. Kutti, M. Raiend (1967), O. Tšernikova (1969), A. Romanin (1972) jt., et treenitusseisundis on sportlased emotsionaalselt stabiilsemad; V. Medvedjev (1968 a), A. Romanin (1968), V. Savenkov (1969 b), S. Oja, M. Tõnts, N. Kutti (1969) jt., et treenitusseisundis tähelepanuomadused paranevad; O. Tšernikova (1968, 1969), F. Genov (1969, 1971), V. Medvedjev (1969 a), J. Kisseljov (1969) jt., et treenitusseisundis liigutuste täpsus ja kiirus suurenevad ning S. Oja (1969), S. Oja, M. Tõnts, H. Aunin (1971), A. Romanin (1972) jt., et treenitusseisundis käe treemorisagedus väheneb.

Individuaalselt suhteliselt suur varieeruvus näitajates ilmneb käe treemori sageduses, emotsionaalse stabiilsuse koefitsiendis ja maksimaalses tempos koputuste arvus. Ka need andmed on kooskõlas kirjanduse andmetega (F. Genov 1971; S. Oja 1969 jt.).

Kogutud uurimisandmete analüüsimisel ilmneb, et 85% juhtudel on kõikide uuritud näitajate individuaalsed väärtused sportliku vormi seisundis vähenenud või suurenenud vastavalt eespool toodud keskmiste näitajate dünaamika tendentsile. Sportliku vormi puudumisel võistlusperioodil täheldati suhteliselt suurt emotsionaalse stabiilsuse koefitsienti ja märgatavat tähelepanu intensiivsuse näitaja vähenemist.

Tabel 2

Keskmiised ( $x \pm s$ ) enne (I) ja pärast (II) funktsionaalset proovi

	Naiskorvpallurid n=11	Aerutajad n=26	Kesk- ja pikamaa jooksjad n=16	Naissuusatajad n=11	Naiskorvpallurid n=12
Mugav tempo I	24,1 $\pm$ 5,5	26,2 $\pm$ 5,7	25,9 $\pm$ 7,2	27,9 $\pm$ 5,7	24,9 $\pm$ 4,2
II	24,2 $\pm$ 5,8	27,5 $\pm$ 7,3	26,8 $\pm$ 8,7	29,5 $\pm$ 7,2	24,8 $\pm$ 5,9
Emotsionaalse stabiilsuse koefitsient I	0,053 $\pm$ 0,041	0,063 $\pm$ 0,036	0,069 $\pm$ 0,036	0,127 $\pm$ 0,086	0,067 $\pm$ 0,028
II	0,030 $\pm$ 0,020	0,048 $\pm$ 0,022	0,039 $\pm$ 0,013	0,097 $\pm$ 0,072	0,052 $\pm$ 0,021
Kiire tempo I	49,2 $\pm$ 5,8	45,6 $\pm$ 6,5	43,4 $\pm$ 6,9	43,5 $\pm$ 8,1	49,0 $\pm$ 3,8
II	53,9 $\pm$ 6,9	47,5 $\pm$ 6,9	47,6 $\pm$ 8,0	51,3 $\pm$ 6,3	51,4 $\pm$ 6,4
Aeglane tempo I	17,5 $\pm$ 3,2	18,3 $\pm$ 5,2	19,3 $\pm$ 5,8	20,9 $\pm$ 7,5	18,5 $\pm$ 4,2
II	18,6 $\pm$ 4,0	20,8 $\pm$ 5,9	20,6 $\pm$ 7,3	21,4 $\pm$ 7,8	19,9 $\pm$ 4,9
Tähelepanu intensiivsuse näitaja I	457 $\pm$ 112	327 $\pm$ 80	377 $\pm$ 89	369 $\pm$ 75	436 $\pm$ 91
II	527 $\pm$ 110	387 $\pm$ 72	423 $\pm$ 88	393 $\pm$ 83	464 $\pm$ 75
Tähelepanu õigsuse koefitsient I	0,98 $\pm$ 0,04	0,97 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,03	0,95 $\pm$ 0,31	0,96 $\pm$ 0,09
II	0,99 $\pm$ 0,01	0,97 $\pm$ 0,03	0,97 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,11	0,98 $\pm$ 0,02

## B. Funktsionaalse proovi mõju uuritud psühhofüsioloogilistele näitajatele

Teise püstitatud ülesande lahendamiseks võeti vaatluse alla 90 I ja meistrijärgu sportlast. Uurimusi teostati 3—12 päeva enne vastutusrikkaid võistlusi, enne ja pärast tugevas tempos sooritatud funktsionaalset proovi veloergomeetril. Psühhofüsioloogilistest näitajatest registreeriti vaatlusalustel liigutuste tempo variatiivsus viies 10-sek. seerias ja tähelepanu kontsentreerumisvõime 2 min. jooksul. Kasutati eespool kirjeldatud meetodikaid.

Vaatlusperioodil oli enamik vaatlusalustest hästi treenitud ning omas sportliku vormi seisundit.

Vaatlusandmete keskmiste näitajate analüüsist (tabel 2) nähtub, et funktsionaalse proovi mõjul suurenesid kõikidel gruppidel tähelepanu intensiivsuse, õigsuse koefitsiendi ning kiires ja aeglasemas tempos sooritatud liigutuste keskmised näitajad ja vähenes emotsionaalse stabiilsuse koefitsient. Enamikel gruppidel suurenes ka mugavas tempos sooritatud liigutuste arv.

Liigutuste kiiruse- ja tähelepanunäitajate suurenemist ning emotsionaalse stabiilsuse koefitsiendi vähenemist funktsionaalse proovi mõjul võib pidada treenituse positiivseks näitajaks. Vaatlusandmetest selgub, et kõikidel sportliku vormi seisundis olevatel sportlastel individuaalsed andmed suurenesid või vähenesid vastavalt näitajate dünaamikale. Sportliku vormi puudumisel täheldati märgatavat emotsionaalse stabiilsuse koefitsiendi suurenemist ja tähelepanu intensiivsuse ning õigsuse koefitsiendi märgatavat vähenemist.

### Järeldused

1. Vaatlusaluste treenitusseisundit iseloomustab nii erinevatel treeningperioodidel kui ka enne ja pärast funktsionaalset proovi registreeritud näitajate dünaamika.

2. Treenitusseisundis on vaatlusaluste psüühiliste funktsioonide aktiivsus kõrgenenud. Nad on muutunud emotsionaalselt stabiilsemateks, nende liigutuste kiirus ja täpsus on paranenud ning tähelepanuvõime suurenenud.

3. Uurimuses kasutatud meetodid iseloomustavad hästi ja objektiivselt vaatlusaluste seisundit, mistõttu neid võib soovitada treeneritele sportlaste seisundite hindamiseks.

4. Perspektiivi tuleks võtta psühhofüsioloogiliste näitajate etaloon-süsteemi loomine. Selleks aga on vaja, kasutades unifitseeritud meetodeid, viia läbi uurimusi tuhandete erinevate spordialade sportlastega, arvestades vaatlusaluste kvalifikatsiooni, ealisi, soolisi ja kõrgema närvitalitluse tüpoloogilisi iseärasusi.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Oja, S., Kutti, N., Raiend, M. Emotsionaalse stabiilsuse näitajad. Treeneri teadmisvara füsioloogias ja spordimeditsiinis. 2. TRÜ spordimeditsiini kateeder. Trt., 1967, lk. 35—39.
2. Oja, S., Tõnts, M., Kutti, N. Liigutuste tempo ja tähelepanuvõime iseärasusi vabariigi koondvõistkondade liikmetel. Spordipsühholoogia- ja sotsioloogia-alane konverents. Trt., TRÜ, 1969, lk. 35—37.
3. Генев Ф. Проблема мобилизационной готовности. Автореф. докт. дисс. М., 1969, 45.
4. Генев Ф. Психологические особенности мобилизационной готовности спортсмена. М., 1971, 244.
5. Данилина Л. Н., Голубев Ю. В. К вопросу о психологических показателях тренированности гимнастов. Spordipsühholoogia- ja sotsioloogia-alane konverents. Trt. TRÜ, 1969, lk. 44—46.
6. Киселев Ю. Я. Исследование состояния психической готовности к соревнованию у высококвалифицированных борцов. — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов физ. культ. (Вып. 7.) Психологические вопросы тренировки и готовности спортсменов к соревнованию. М., 1969, 203—209.
7. Макуни Е. Поле зрения и оптическая чувствительность у подростков при занятиях спортивными играми. Научные основы физического воспитания и спорта. М., ФИС, 1963, 330.
8. Медведев В. В. Психологические особенности состояния тренированности. Автореф. канд. дисс. М., 1968 а, 21.
9. Медведев В. В. Изменение быстроты и точности зрительных восприятий у волейболистов в зависимости от состояния тренированности. — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов физ. культ. (Вып. 6.) Психологическая подготовка спортсменов различных видов спорта к соревнованиям. М., 1968 б, 43—48.
10. Медведев В. В. Восприятие пространства (глубины) как показатель спортивной формы. Spordipsühholoogia- ja sotsioloogia-alane konverents. Trt., 1969. а., lk. 26—28.
11. Медведев В. В. Изменение скорости и точности восприятия информации в зависимости от состояния тренированности. Spordipsühholoogia ja sotsioloogia alane konverents Trt., 1969, lk. 24—25.
12. Мельников В. М. Экспериментальное исследование точности восприятий основных параметров движения и представлений о них как показатель состояния спортивной формы гимнастов. Автореф. канд. дисс. М., 1968, 18.
13. Минеев В. А. Исследование психологических показателей спортсменов к соревнованиям (на материалах современного пятиборья) Канд. дисс. Тарту, 1971, 73—80.
14. Оя С. М. Особенности предстартовых сдвигов и эмоциональной стабильности у представителей разных видов спорта. — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов физической культуры. (Вып. 7.) Психологические вопросы тренированности и готовности спортсменов к соревнованию. М., 1969, 63—67.
15. Оя С. М., Райенд М., Аунин Х. К вопросу о критериях психической тренированности спортсменов. Tõid kehakultuuri alalt. IV, vihik 267, Trt. 1971, lk. 115—121.
16. Перепелов А. Н. Особенности психомоторики и методы ее совершенствования у гандболистов различных игровых функций. Канд. дисс. М., 1971, 66—103.
17. Писаренко В. М. К вопросу о методах контроля за эмоциональным состоянием спортсменов. Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по психологии физического воспитания и спорта. (Тбилиси, 2—5 окт., 1967 г.) М., 1967, 28—29.

18. Психологическая характеристика спортсмена. Указания по методике сбора и заполнения материалов. М., ГЦОЛИФК. 1967, 44.
19. Пуни А. Ц. Психологическая подготовка к соревнованию в спорте. М., ФИС. 1969, 88.
20. Първанов Б. Опыт за експериментален контрол на общата психическа готовност у националния отбор по футбол в период на подготовката за Европейското първенство — 1967 година. Международна научна конференция по въпросите на психичната подготовка на спортиста. (Доклади) София, 1970, 80—89.
21. Романин А. Особенности внимания стрелков высшей квалификации — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов (Вып. 6). Психологическая подготовка спортсменов различных видов спорта к соревнованиям. М., 1968, 162—167.
22. Романин А. Н. Тремор — психологический показатель тренированности — Теория и практика физической культуры. 1972, 3, 13—14.
23. Рудик П. А. Об унификации психологических исследований спортсменов. — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов физической культуры (Вып. 7) Психологические вопросы тренировки и готовности спортсменов к соревнованию. М., ФИС. 1969, 32—46.
24. Савенков Г. И. К вопросу о методах психологической диагностики тренированности спортсменов. Spordipsühhoogia- ja sotsioloogia-alane konverents. Trt., 1969 a, lk. 29—31.
25. Савенков Г. О некоторых принципах психологической диагностики в спорте. Spordipsühhoogia- ja sotsioloogia-alane konverents. Trt. TRU 1969 6, lk. 32—34.
26. Савенков Г. И. Исследование психологических особенностей состояния тренированности спортсменов. Автореферат канд. дисс., М., 1969, 18.
27. Савенков Г. Организация внимания спортсмена при исполнении прыжка с шестом. Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов физ. культ. (Вып. 7). Психологические вопросы тренировки и готовности спортсменов к соревнованию. М., 1969, 230—238.
28. Черникова О. А. Вариативность двигательного темпа у спортсменов различной специализации. Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по психологии физического воспитания и спорта. (Тбилиси, 2—5 окт. 1967). М., 1967, 26—27.
29. Черникова О. А. Некоторые вопросы психологической подготовки легкоатлетов-прыгунов. — Проблемы психологии спорта. Сборники работ ин-тов физ. культ. (Вып. 6) Психологическая подготовка спортсменов различных видов спорта к соревнованиям. М., 1968, 85—90.
30. Черникова О. А. Вариативность двигательного темпа у спортсменов различной специализации. — Проблемы психологии спорта. Сборник работ ин-тов (Вып. 7.) Психологические вопросы тренировки и готовности спортсменов к соревнованию. М., 1969, 57—63.

## О ПСИХОДИАГНОСТИКЕ СОСТОЯНИЯ ТЕНИРОВАННОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА

С. М. Оя,

Резюме

Для уточнения психологической диагностики состояния тренированности спортсменов провели исследование со 180 спортсменами различных видов спорта. Для характеристики состояния трени-

рованности испытуемых регистрировались вариативности двигательного темпа, частота тремора руки, точность и быстрота движений руки и концентрация внимания:

- а) в разные тренировочные периоды;
- б) перед и после 6-мин. стандартной пробы на велоэргометре

и

в) в разные тренировочные периоды перед и после 6-мин. стандартной пробы на велоэргометре.

Во всех случаях принимали в основу оценки состояния тренированности динамику изученных показателей.

Из анализа данных наблюдений выяснилось, что все использованные варианты характеристики состояния тренированности позволяют оценить это состояние. Притом влияние стандартной физической нагрузки на динамику изученных психологических показателей дает возможность определить состояние тренированности спортсменов без предварительных систематических наблюдений. Но валидность диагностики повышается, если пользоваться стандартной нагрузкой в разные тренировочные периоды.

## **DIE PSYCHOLOGISCHE DIAGNOSE DES TRAININGSZUSTANDES BEI SPORTLERN VERSCHIEDENER SPORTARTEN**

**S. Oja**

### **Zusammenfassung**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung des Bewegungstempo, der emotionalen Stabilität, der Aufmerksamkeit u. Empfindlichkeit der Muskeln bei Sportlern verschiedener Sportarten in verschiedenen Trainingsperioden und auf den Wettkämpfen. Man untersuchte 126 Sportlern der höchsten Leistungsklasse Korbballspielerinnen, Ruderer, Schwimmerinnen, Leichtathletikerinnen u. Turnerinnen. Man führte die Untersuchungen durch in der vorbereitungsperiode und in der Periode der Wettkämpfe, 3 bis 12 Tage vor den verantwortlichen Wettspielen, vor u. nach dem schweren funktionellen Probe auf dem Veloergometer.

Um den psychischen Zustand des Sportlers zu bestimmen, wurden registriert; das Händetremor im Laufe von 30 sek.; das Bewegungstempo im fünf Serien, à 10 sek., nach O. A. Tschernikowa (um die emotionalen Stabilität zu bestimmen, fand man auf Grund der erhaltenen Daten den Koeffizienten der Stabilität); Klopfen in maximalen Tempo, zweimal, à 10 sek.; die Konzentrationsfähigkeit mit Hilfe des Buchstabentestes im Laufe von 2 min., auf deren Grunde die Kennziffer der Aufmerksamkeit-sintensität u. der Koeffizient der Richtigkeit gefunden wurden; Bewegungsgenauigkeit der rechten Hand in cm.

Der Zustand der sportlichen Form wurden durch die pädagogische Beobachtung, Unterhaltung u. durch die erzielten sportlichen Resultate bewertet.

Bei der Analyse der Untersuchungsmaterialien zeigte sich:

1) in der Periode der Wettkämpfe im Zustand der sportlichen Form hat sich bei allen Gruppen das Händetremor, das Tempo der gewählten beguemen u. langsamen Bewegungen u. der durchschnittliche Koeffizient der emotionalen Stabilität statistisch überzeugend vermindert; der Durchschnitt der Aufmerksamkeitsintensität, der Genauigkeit der Bewegungen u. des Klopfens im maximalen Tempo hat sich aber statistisch überzeugend vergrößert im Vergleich zu den Angaben der Vorbereitungsperiode;

2) der Durchschnitt des Koeffizienten der emotionalen Stabilität hat sich in der Periode der Wettkämpfe, im Zustand der sportlichen Form unter der Belastung auf dem Veloergometer vermindert (d. h. sich verbessert), aber das schnelle Tempo der gewählten Bewegungen, die Schnelligkeit des Klopfens im maximalen Tempo u. die durchschnittlichen Kennziffer der Aufmerksamkeitsintensität haben sich vergrößert. Beim Fehlen des Zustandes der sportlichen Form kann man die umgekehrte Tendenz beobachten;

Auf Grund der durchgeführten Analyse kann man feststellen, dass die angewandten Methoden den psychischen Zustand des Sportlers objektiv charakterisieren u. die Trainer könnten sie in ihrer praktischen Arbeit beim Beweisen des sportlichen Trainingzustandes erfolgreich anwenden.

## LIIGUTUSTE KOORDINEERITUSE HINDAMISEST

L. Jaanson

Lihastalitluse Laboratoorium

Liigutuste koordineerimise uurimisel on olnud põhiliselt kahe-  
sugune eesmärk.

Ühed uurijad on püüdnud selgitada liigutuste koordineerimise  
võime mitmesuguseid aspekte, nagu saavutusvõime, sportliku  
resultaadi ja uute liigutuste õppimise kiiruse ning kindluse sõltu-  
vus koordineerimisvõimest, selle võime arendatavus ja spetsiaal-  
selt arendatud koordineerimisvõime püsivus, liigutuste koordineerimise  
astme jõukohasust erinevas vanuseastmes isikuile, iga, kus  
tuleks koordineerimisvõime arendamisele erilist tähelepanu pöö-  
rata, kuivõrd see võime areneb teatud sportliku tegevuse või  
kehalise kasvatuse tulemusena jne. [1, 2, 4, 10, 11, 12, 14, 16, 17,  
19, 20, 22, 23].

Teised uurijad on keskendunud koordineerimise kui liigutuste  
juhtimise uurimisele, s. t. üldise liigutuste koordineerimise mehha-  
nismi ja konkreetsete liigutusaktide puhul ilmnevate koordineerimis-  
süsteemide väljaselgitamisele [5—9, 18, 21, 24].

Olenevalt eesmärkide mitmekesisusest on ka kasutatud uuri-  
mismeetodid äärmiselt erinevad. Kahjuks ei ole ühtset üldkasuta-  
tavat meetodikat ka liigutuste koordineerimise taseme hindamiseks.  
Seetõttu pole võimalik koordineerimisvõime kohta leiduvaid and-  
meid omavahel võrrelda ega leida ka mingit ühist alust uuritud  
kontingentide üldiseks hindamiseks.

Arvestades liigutuste koordineerimise tähtsust inimese tege-  
vuses üldse, tuleks kehalise kasvatuse ja sportliku treeningu efek-  
tiivsuse hindamisel senisest rohkem arvestada ka koordineerimis-  
võime arengut. Paljude elukutsete valikul oleks selle võime või  
vähemalt käte osavuse testimine üldkasutataval meetodil äärmiselt  
vajalik. Selleks, et võrrelda erinevaid isikuid või hinnata sama  
isiku erinevaid seisundeid (puhkepäev, treening, võistlus jne.) ning  
tema koordineerimisvõime arengut teatud perioodi jooksul, on  
vaja kindlates ühikutes mõõtu. Praktiliselt tähendaks see jõuda  
lähemale otsesele mõõtmisele senise hindamise asemel.



I. Koordinaatsioonivõime hindamisel on enam levinud meetodiks testimine koordinaatsiooniharjutustega. Iga uurija on aga kasutanud erinevaid harjutusi ja iga test on olnud erineva raskusastmega. Samuti on harjutuste täitmist hinnatud erinevalt. Näiteks:

- 1) silma järgi, arvestades üldmuljet ja õigsust — liigutuste täpsust, suunda, ulatust, rütmi ja tempot; hinnatakse 5, 10 või 16 punkti süsteemis või ka «mitterahuldav», «rahuldav», «hea», «väga hea»;
- 2) selle järgi, mitmendal korral uuritav suutis harjutuse veatult sooritada;
- 3) selle järgi, mitu korda oli uuritav võimeline harjutust järjest veatult sooritama.

Mõlemal viimasel juhul hinnatakse teatud punktide arv «väga heaks», «heaks» jne.

Kahtlemata on kirjeldatud moodused informatiivsed, eriti sel puhul, kui harjutused on õnnestunult valitud ja uuritakse vähemalt kahe harjutusega või võimaldatakse kaks katset harjutuse sooritamiseks.

II. Peale keerulise koordinaatsiooniga võimlemisharjutuste on kasutatud veel mitmesuguseid paljude lihasrühmade koostööd nõudvaid liigutusülesandeid, nagu

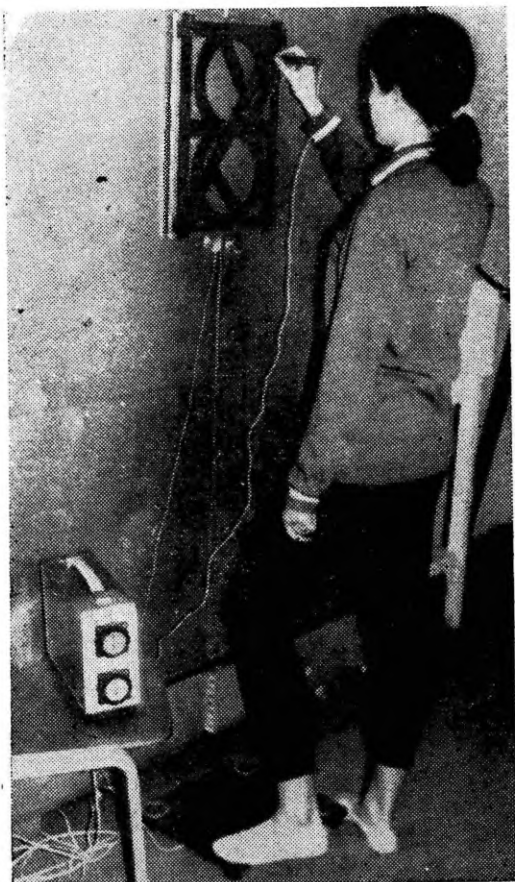
- 1) hüppega pöörde sooritamine, tulemust hinnatakse pöörde suuruse järgi kraadides, kusjuures üle  $360^\circ$  on «väga hea»,  $270^\circ$ — $360^\circ$  on «hea» jne.;
- 2) liivakotikese viskamist täpsusele teatud kauguselt, kusjuures hinnatakse kontsentriliste ringide tabamust nagu laskesportis (keskel — 10 p., teine ring — 9 p. jne.);
- 3) ootamatule signaalile kindlate, sageli komplitseeritud liigutustega vastamist; hinnatakse liigutuste õigsust.

III. Liigutuste kvaliteedi hindamine kinotsüklograafia vahendusel.

IV. Liigutuste koordinaatsiooni hindamine töötavate lihaste bioelektrilise aktiivsuse registreerimise teel.

Kaks viimati mainitud viisi (III ja IV) rahuldavad kõiki liigutuste koordinaatsiooni objektiivse hindamise nõudeid. Seepärast on need meetodid ainuvalitsejad liigutuste juhtimise ja struktuuri uurimisel. Kuid keeruka aparatuuri ja suure ajakulu tõttu pole neid võimalik kasutada massilisteks uurimisteks. Ainult ühe lihasrühma antagonistide koordinaatsiooni uurimine, mis on küll märgatavalt lihtsam ja kiirem, ei rahulda aga selle koordinaatsiooni elementaarsuse tõttu. II grupi meetodid ei näita siiski otseselt liigutuste koordineerimise võimet. Hüppega pöörde suurus oleneb oluliselt hüppevõimest ja jalalihaste jõust, kusjuures käte ja jalgade liigutuste kooskõlastamine võib olla vägagi saamatu. Liivakotikese märgi tabamine oleneb aga märklaua kauguse ja kotikese raskuse õigest hindamisest. Kahtlemata on kirjeldatud meetodid

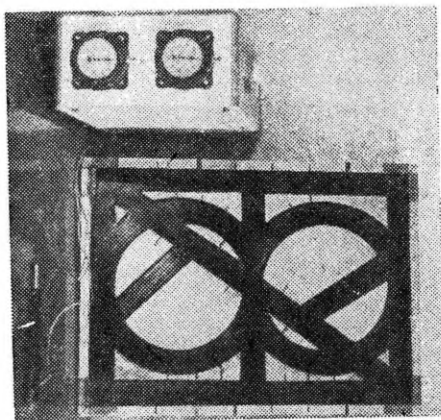
käepärased, kiired ja lihtsad üldise osavuse hindamiseks. Seda ei saa aga ära vahetada liigutuste koordineerituse mõistega. I alagrupi meetodite väärtust vähendab ühtsete kontrollharjutuste ja



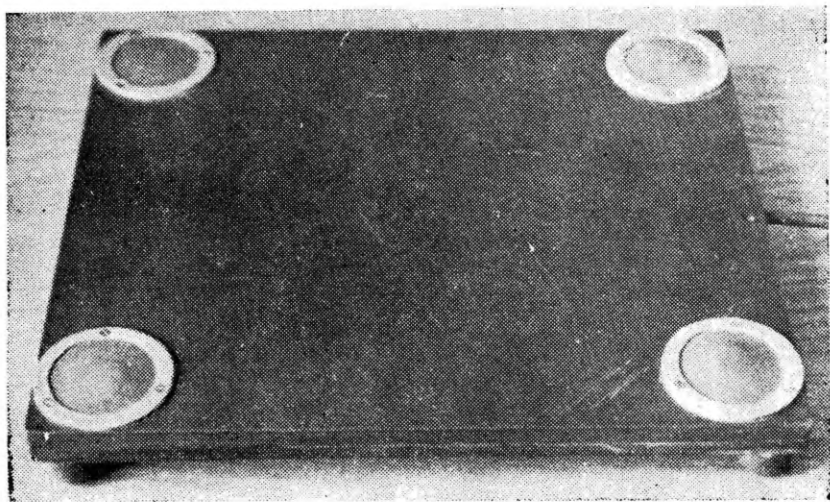
Joonis 1.

ühtsete sooritamistingimuste puudumine, samuti adekvaatsuse puudumine uurijate selgitustes ja uuritavate liigutuste sooritamisel nõutavas tempos juhul, kui pole metronoomi. Ka ei kajastu neis vaatlusaluste võimete erinevus, kui üks sooritab harjutuse ladusalt, kindlalt, väga täpsete liigutustega, teine aga kramplikult ja nurgeliselt õiges suunas käsi-jalgu liigutades. Nende meetodite puhul säilib võimlejatele, teiste kontingentidega võrreldes, alati

väike eelis, eriti poiste puhul, kes pole harjunud kindlas rütmis korrapäraseid harjutusi sooritama. Põhimõtteliselt on aga koordinatsiooniharjutuste kaudu võimalik hinnata üsna edukalt (arvestades kindlaid metoodika nõudeid) liigutuste koordineeritust. Teatavasti õpitakse keerulise koordinatsiooniga harjutust seda kiiremini, mida suurem on liigutusvilumuste pagas ja rikkam koordinatsiooniliste seoste hulk ajukoos. Teiselt poolt, liigutuste laitmatut koordinatsiooni suudetakse seda kauem säilitada, mida ladusamalt kulgevad lihaseid innerveerivad närviimpulsid, kaotamata



Joonis 2-a.



Joonis 2-b.

vajalikku jõudu ja kiirust ka efektoorse tagasiside andmeil tehtavate korrektiivide puhul. Oluline on samuti organismi seisund (stardieelne erutus, väsimus, meeleolu, tahe) ja sisekeskkonna muutumine.

Eelöeldut arvestades ja praktilisest vajadusest lähtudes, töötamise välja alljärgneva liigutuste koordineerimise mõõtmise seadeldise — koordineerimisimeetri (joon. 1) ja vastava kasutamise meetodika.

Koordineerimisimeeter koosneb kahest kontaktplaadist, elektrilisest loendajast (kahe kellaga) ja kontaktpliiatsist.

Esimene kontaktplaat (a) on käe liigutuste kontrollimiseks. Vastavalt liigutusülesandele joonistab uuritav kontaktpliiatsiga üle mõned plaadile lõigatud kujunditest kindel arv kordi (näit. 8 korda) teatud aja jooksul (meil 16—22 sek.). Ebatäpse käeliigutuse puhul puudutab pliiats kujundi äärt ja elektriline loendaja registreerib vea. Pärast ülesande sooritamist fikseeritakse protokollis tehtud vigade arv loendaja ülemise osuti näidu järgi (näit. 10).

Teine kontaktplaat (b) on jala liigutuste kontrollimiseks. Plaadi igas nurgas on kilega kaetud kontaktnupp, ülejäänud ala on neutraalne. Elektrilise loendaja alumine osuti registreerib iga küllalt tugeva vajutuse kontaktile. Ülesandeks uuritavale võivad olla kõige mitmekesisemad jalgade liigutused, mis lõpevad vajutusega ühele neljast kontaktist. Pärast ülesande täitmist peab loendajal olema kindel näit (meil 32). Vigade tegemise korral on näit kas väiksem või suurem ettenähtust (32-st) nii mitme võrra, kui mitu korda eksiti. Jala liikumise vead kanname samuti protokollis (näit. 10/6).

Eksituste vältimiseks ühendame kontaktpliiatsi ja I plaadi alati loendaja ülemiste klemmide külge, II plaadi alumiste klemmide külge. Sellise ühenduse korral on uurijal kerge meeles pidada, mida kumbki osuti näitab.

### Protokoll

Nimi	Vanus	I ülesanne				S a m a II—VI ülesan- deni	Keskm. vigade arv	Keskm. hinne
		Vigade arv		üldmulje	punktid			
		kāsi, jalg	kokku					
A	20	8/4	12	0,4	6,0		15	5,4
B	18	2/0	2	—	9,0		5	8,1

Koordineerimisimeetri kasutamiseks on vaja kindlat programmi, s. t. liigutusülesannete kompleksi. Soovitame, olenevalt uurimise eesmärgist, kahte programmi.

I p r o g r a m m — massiliste uuringute tegemiseks. See peaks koosnema kahest erineva raskusega liigutusülesandest. Programmi kasutamisel saab selgitada uuritava kontingendi liigutuste koordineerituse astet.

II p r o g r a m m — ühe kontingendi pikemaajaliseks uurimiseks. Peaks koosnema vähemalt 4—6 üksteisest mitte väga järsult erineva raskusastmega liigutusülesandest. Selle programmi kasutamisel on võimalik selgitada uuritavate koordinatsioonivõime dünaamikat — koordinatsioonivõime arenemise kiirust ja ulatust treeningu, vanuse ja teiste tegurite mõjul; koordinatsioonivõime muutusi erinevates seisundites (sportlik vorm, stardieelne seisund, väsimus jne.).

Koostasime ülesanded, kus parem käsi ja vasak jalg on tegevuses. Vasakukäelistel vastupidi.

### E s i m e n e ü l e s a n n e.

Lähteasend. Seis teise plaadi parempoolse alumise nurga juures, esimene plaat silmade kõrgusel, pliiats paremas käes.

Joonistada kontaktpliiatsiga sirglõike, alustades paremast ülemisest nurgast: 1) alla, 2) üles tagasi, 3) vasakule, 4) paremale tagasi. Korrata 8 korda, s. t. teha 32 liigutust. Samal ajal vajutada vasaku jalaga ühtlases tempos 4 korda (iga käeliigutuse ajal üks kord) samale kontaktnupule. Kokku vajutada 32 korda. Aeg 16 sek.

### T e i n e ü l e s a n n e.

Lähteasend sama.

Joonistada 4 taktiosa jooksul «kaheksa», alustades ülalt vasakule. Korrata 8 korda. Selle aja jooksul vajutada vasaku jalaga ühtlases tempos 4 korda samale kontaktnupule. Kokku 32 korda. Aeg 22 sek.

### K o l m a s ü l e s a n n e.

Lähteasend sama.

Joonistada suur ristkülik, alustades alt paremast nurgast üles. Korrata 8 korda. Selle aja (4 takti) jooksul vajutada vasaku jalaga kaks korda paremale alumisele kontaktile ja kaks korda vasakule ülemisele kontaktile. Kokku 32 korda. Aeg 22 sek.

### N e l j a s ü l e s a n n e.

Lähteasend sama.

Joonistada aeglaselt (4 takti jooksul) väike ring. Korrata 8 korda. Ringi joonistamise ajal vajutada pidevalt kontaktidele:

1) ülal paremal (ees), 2) all paremal (juures), 3) all vasakul, 4) all paremal (juures). Kokku 32 korda. Aeg 22 sek.

#### Viies ülesanne.

Lähteasend sama.

Joonistada kaks kolmnurka, alustades ülalt paremast nurgast: 1) alla, 2) üles tagasi, 3) diagonaalselt alla vasakule, 4) paremale, 5) üles, 6) alla, 7) vasakule, 8) diagonaalselt üles paremale. Korrata neli korda, kokku 32 liigutust. Vajutada iga käe liigutuse ajal kontaktidele järgmiselt: 1) alumisele vasakule, 2) alumisele paremale, 3) alumisele vasakule, 4) ülemisele vasakule. Korrata 8 korda, kokku 32 vajutust. Aeg 24 sek.

#### Kuues ülesanne.

Lähteasend sama.

Joonistada 2 taktiosa vältel täht «S», alustades ülalt vasakule, ja järgmise 2 taktiosa vältel diagonaaljoon alt üles ning tagasi alla. 5.—8. taktiosa vältel joonistada sama kujund vastassuunas, s. t. jõuda lähtepunkti. Korrata 4 korda. Vasaku jalaga vajutada kontaktidele järgmiselt: 1) alumisele paremale, 2) ülemisele vasakule, 3) alumisele vasakule, 4) ülemisele paremale. Korrata sama kujundit 8 korda. Kokku 32 vajutust. Aeg 24 sek.

Kõiki kirjeldatud ülesandeid on võimalik kasutada ka käte osavuse ja nende omavahelise koostöö (koordineerituse) hindamiseks, kui vasak käsi sooritab vajutused teise kontaktplaadi nuppudele, s. t. teeb ülesannetes jalale ettenähtud liigutused.

250 tütarlapse, neiu ja naise (11—54 a.) koordineerimisvõime mõõtmine kirjeldatud viisil näitas, et on sobiv jaotada ülesanded kolme rühma.

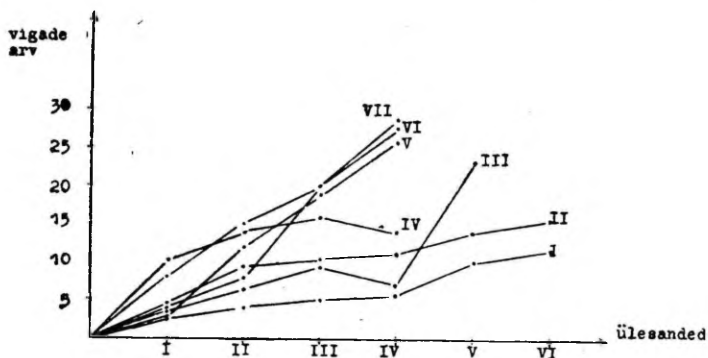
I ja II ülesanne on jõukohased lastele, neidudele ja naistele — mittesportlastele. Nimetame I ja II harjutuskompleksi minimaalprogrammiks, mida peab olema suuteline sooritama väiksema või suurema vigade arvuga iga normaalselt arenenud inimene. Sellise arengutaseme peaks kindlustama kooli kehaline kasvatus.

III ja IV ülesanne on jõukohane arenenud koordineerimisvõimega isikutele, nagu osa üld- ja naisvõimlemise osakonna üliõpilasi, II ja I järgu sportlased, aastaid võimlemisega tegelnud keskealised naised. Nimetame seda normaalprogrammiks, sest nagu näitas meie eksperiment, on selle sooritajad võimelised erinevaks sportlikuks tegevuseks ja küllalt keerukaid liigutusi nõudvaiks tööoperatsioonideks.

V ja VI ülesanne on jõukohased vaid väga hästi arenenud koordineerimisvõimega isikuile, nagu meistrijärgu ilu- ja sport-

võimlejad, osa KKT üliõpilasi ja korvpallureid, endised kõrge klassiga sportlased. Nimetame seda maksimaal- ehk meistrite programmiks. Iluvõimlemises edu saavutamiseks on selline liigutuste koordineerituse tase vajalik.

Ülesannete sooritamisel tehtud vigade arv näitas, et teoreetiliselt kalkuleeritud (rakendades selliseid liigutuste koordineerimist raskendavaid momente nagu samapoolsus—vastaspoolsus, sama-suunalisus—erisuunalisus, ristuv koordinatsioon, samaaegsus—järgnevus, liigutuste sooritamine erinevates pindades, erinevas



Joon. 3.1 — meistrijärgu iluvõimlejad, II — KKT õpilased, III — I järgu iluvõimlejad (täiskasvanud), IV — naised-mittesportlased, V — II järgu iluvõimlejad (noored), VI — II järgu iluvõimlejad (täiskasvanud), VII — I kursuse üliõpilased.

tempo ja rütmis, erikujuliste liigutuste sooritamine samas tempo ja rütmis, liigutuste sooritamise osavõtivate kehaosade või lihaste arv, osaline nägemise kontrolli piiramine ja seega propriotseptiivse signalisatsiooni (lihastundlikkuse) osatähtsuse suurendamine jne. pidevalt kasvavas järjekorras) ülesanded osutusid ka praktiliselt pidevalt raskenevaiks. Esimese ülesande täitmisel tegid kõige vähem vigu nii meistrid kui algajad, viimased harjutused osutusid aga kõigile märgatavalt raskemaiks (vt. joon. 3).

## Tulemuste hindamine

**Tehtud vigade sageduse alusel koostasime alljärgneva punkttabeli.**

### Ülesande täitmine 8 ×

Vigade arv	Punkte	Hinne	Vigade arv	Punkte	Hinne
0	10	väga hea	17	5,8	mitterahuldav
1	9,6		18	5,6	
2	9,2		19	5,4	
3	9,0	hea	20	5,2	
4	8,8		21	5,0	
5	8,4		22	4,8	
6	8,0		23	4,6	
7	7,8	rahuldav	24	4,4	
8	7,6		25	4,2	
9	7,4		26	4,0	nõrk
10	7,2		27	3,8	
11	7,0		28	3,6	
12	6,8		29	3,4	
13	6,6		30	3,2	
14	6,4		31	3,0	
15	6,2		32	0,0	
16	6,0				

Kui viimast ülesannet (mille järgi suudetakse küll kooskõlastada oma käte ja jalgade liigutusi) ei suudeta õigesti sooritada nõutud 8 korda, siis saadakse ikkagi punkte juurde, aga järgmiselt.

Ülesande täitmisel vähem kui 8 korda			Märkused
kordade arv	tehtud vigade liita	maksim. hinne (veata)	-
7	3	9,0	
6	6	8,0	
5	11	7,0	Märgatava kramplikkuse või nurgelise, katkendliku sooritamise eest — 0,4 p.
4	16	6,0	
3	21	5,0	Üldise kramplikkuse või katkendliku sooritamise eest — 0,8 p.
2	26	4,0	
1	31	3,0	



Kui uuritav ei suuda nõutud aja jooksul ülesannet korrata 8 korda, tuleb iga ületatud sekundi eest lisada sooritatud vigadele 1 viga. Ületab aga ülesande sooritamise aeg 28 sek., on hindeks «0» punkti.

Tehtud vigade summa järgi leiame tabelist igale uuritavale vastava punktide arvu — hinde. Nii saame iga ülesande täitmise hinde 10 punkti süsteemis. Lõpliku hinde saamiseks tuleb arvutada kõigi ülesannete sooritamise keskmine. Kui ka algajaid tahetakse hinnata koordineerimisvõime arengus saavutatava taseme alusel, siis tuleb leida kõigi kuue ülesande keskmine hinne või kolme programmi keskmine hinne vaatamata sellele, et uuritav sai juba näiteks kolmanda ülesande eest 0 punkti. Põhiliselt tuleks aga hinnata vastava kehalise arengu astme ülesannete täitmise järgi.

Näiteks normaalprogrammi alusel uurimisele kuuluvatel tütarlastel on nelja harjutuse või kahe ülesannete rühma keskmine hinne lõplik hinne. Meistritel aga on selleks 6 harjutuse või kolme ülesannete rühma keskmine hinne. Kui uuritava koordineerimisvõime üldine tase on määratud, võib tema liigutuste koordineeritust erinevates seisundites hinnata ainult ühe, talle kõige raskema harjutuse sooritamise järgi. Sel puhul ei ole vaja ka tulemust punktidesse ümber hinnata, vaid näitajaks võib kasutada otseselt tehtud vigade arvu kui enam diferentseeritud näitajat. Eelnevalt peab olema seda harjutust korduvalt sooritatud, et teada täpset vigade arvu tavalises seisundis, s. o. põhitaset, ja vältida juhuslikkust. Ühe ülesande kasutamisel sooritada vähemalt kaks katset, arvestada paremat tulemust.

### Metoodilised juhised

1. Kontaktpliiatsit tuleb hoida käes nagu tavalist pliiatsit ja jäigalt, et käsi teeks liigutuse nii küünar- kui ka õlaliigesest, mitte aga randmest.

2. Kujundite joonistamisel libistada pliiatsit kergelt mööda plaati, mitte suruda tugevasti aluspinnale. Kujundi servi mitte puudutada!

3. Vaba käsi (vasak) panna puusale või seljale.

4. II plaadil tekib kontakt ainult küllaldase tugevusega vajutuse tagajärjel. Kontaktidele ei tohi jalaga taguda.

5. Esimese kolme ülesande täitmise juures rõhutada, et jalg tuleb põlve kõverdades plaadilt üles tõsta ja siis uuesti kergelt kontaktile vajutada. Kand ega varvas ei tohi olla pidevas kontaktis plaadiga, samuti mitte põrandaga.

6. Seista nii, et vaba jalg ulatuks vabalt vajalike kontaktideni.

7. Ülesande sooritamist alustatakse märguande peale koos stopperi käivitamisega. Jälgida, et lugeja osutid oleksid algasendis.

8. Algajatele on soovitav rütmi kaasa lugeda ja suunata neid kas aeglasemalt või kiiremini liigutusi sooritama, et nad täidaksid

ülesande nõutud aja jooksul. Samal eesmärgil võib kasutada metronoomi, sest liigutuste tempo tajumine on oskus, mida paljudel pole. Liigutuste aeglustamine muudab ülesande aga koordineeritult kergemaks. Teisel katsel peavad kõik sooritama liigutused iseisvalt õiges tempos (selle õigsus kajastub hindes).

9. Vigade tegemisel (plaadi ja pliiatsi kontakti korral) tekib säde, mis oksüdeerib pliiatsi vaskosa. Seepärast tuleb seda aegajalt puhastada Al-pasta või peene liivapaberiga.

10. Vasakukäelistel sooritada ülesanded vasaku käe ja parema jalaga.

### Kokkuvõte

Soovitatud seadeldisega liigutuste koordineerimise võime mõõtmise viisi eelistest, võrreldes seni kasutatud meetoditega, tahaksime rõhutada järgmist.

1. On võimalik täpselt jälgida mõlemaid koordineerimise võime avaldumise tahke: 1) kuivõrd keerulisi liigutusi on uuritav võimeline kooskõlastama (mitmenda ülesandega tuleb toime); 2) kuivõrd täpselt ning lüpsaks jäävad tema liigutused antud kooskõlastuse raskusastme puhul (vead, ülesande sooritamise aeg, üldmulje).

2. On garanteeritud kõigi isikute täpselt ühesugune tegevus ülesande sooritamisel (liigutuste ulatus, tempo, rütm), hindes kajastub nii liigutuste ruumiline, ajaline kui ka jõuline ebatäpsus.

3. Ükskõik millise spordiala vahenditega arendatud koordineerimise võime ei anna eeliseid testharjutuste suhtes, sest liigutusülesanne ei põhine nende tehnikal.

4. Ülesanded on võrdselt sobivad nii poistele kui tütarlastele. Saab uurida nii algajaid kui ka meistreid ning otseselt võrrelda nende taset.

5. Liigutusülesandeks kajastuvad peale käte ja jalgade kõige erinevamate liigutuste (vastaskäe-jala eriajalised, erisuunalised, erinevates pindades, erikujulised, erirütmis ja -tempos sooritatud liigutused) kooskõlastamise võime veel sellised koordineerimise komponendid nagu lihastundlikkus (sest nägemismeele kontroll on ülesande mõningate elementide puhul välistatud), keha tasakaalu raskendatud tingimused (seis ühel jalal käe toeta) ja mittetöötavate lülide fikseerimise vajadusest tingitud tavalisest seisust erinev lihastoonus lähteasendis, lihasaparaadi ja närvisüsteemi seisundit kajastav käte treemor.

6. Hindamise suure diferentseerituse tõttu on koordineerimise meetrit sobiv kasutada koordineerimise võime hindamiseks liigutusaparaadi ja närvisüsteemi erinevates seisundites enne ja pärast treeningut, võistluseelset perioodil, stardi- ja sportliku vormi seisundis jne.

7. Katseaja lühiduse tõttu (20 sek.) sobib koordineerimise meetrit kasutada võistluseolukorras.

8. Katseaja lühiduse tõttu (2 ülesannet — 2 min.; 4 ülesannet — 6 min.) sobib koordineerimismeetrit kasutada massilistes uurin-gutes.

9. Koordineerimismeetri abil saab sportlane end ise ilma kõr-valise abita järjekindlalt kontrollida.

10. Koordineerimismeetrit saab kasutada täiendavate testide läbiviimiseks, näiteks liigutuste tempo ning käte treemori mõõtmiseks või eraldi liigutuste ajalise, ruumilise ja jõulise täpsuse hin-damiseks.

11. Koordineerimismeetrit saab kasutada valikulise koordinat-sioonivõime hindamiseks vastavalt enesekontrolli või uurimise ees-märgile. Näiteks käte liigutuste omavaheline kooskõlastatus, käte ja jalgade liigutuste koordineerimise võime istudes. Sellised spet-sialiseeritud koordineerimiseosad on paljude tööliigutuste alu-seks.

## KIRJANDUS

1. Jaanson, L. Võistlusolukorra mõjust noortele kunstilises võimlemises. ENSV VIII vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tallinn, 1965.
2. Kudu, E. TRÜ üliõpilaste koordineerimise ja rütmitaju dünaamikast. ENSV kehakultuurialane teaduslik-metoodiline konverents. Tallinn, 1968.
3. Meinel, K. Bewegungslehre. Berlin, 1962.
4. Valgmaa, H. Liigutuste koordineerimise kohta. — Kehakultuur, 1968, nr. 17.
5. Fischer, A., Merhautova, J. Die Beobachtungen der Koordination der Muskeltätigkeit und des dynamischen Stereotyps in der Körperkultur und bei der Arbeit. — Theorie und Praxis der Körperkultur, 1959, 5.
6. Schnabel, G. Zur Bewegungskoordination. — Wissenschaftliche Zeitschrift der Deutschen Hochschule für Körperkultur. H. I., Leipzig, 1968.
7. Бернштейн Н. А. О построении движений. М., 1947.
8. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1966.
9. Донской Д. Д. Законы движений в спорте. М., 1968.
10. Жуков А. С. Критерии определения координационных способностей у детей. — Теор. и пр. физ. культ., 1968, 7, 51—52.
11. Козлов А. И. Изучение координации движений и пути ее развития у детей младшего школьного возраста. II научная конференция, посвященная проблемам «Климат, учение, спорт.», Серия «Учение». Ташкент, 1963.
12. Козлов И. Н. Электромиографическое исследование бега у детей школьного возраста. Автореф. Л., 1966.
13. Лазарева А. М. Электромиографическая характеристика сложной двигательной координации в условиях интенсивной мышечной работы. Дисс. Л., 1969.
14. Маторин А. Н. Об исследовании общедвигательной координации у человека. — «Теория и практика физической культуры». 1965, 12.
15. Минаева Н. А. Координация деятельности мышцы-антагонисты при выработке навыка точной мышечной деятельности. Мат. VIII н. конф. по морф., физ., биол., Волгоград, 1964, 178—179.
16. Назаров В. П. Некоторые особенности развития координации движения рук у детей. Научная конференция, посвященная проблемам «Климат, учение, спорт.». Серия «Спорт». Ташкент. 1963.

17. Назаров В. П. Координация движений у детей школьного возраста. М., ФиС, 1969.
18. Персон Р. С. Мышцы-антагонисты в движениях человека. М., 1965.
19. Ряузов Ю. А. О координации движений верхних конечностей. — «Теория и практика физической культуры», 1962, 5, 37.
20. Фарфель В. С., Левина А. С., Назаров В. П. Координация элементарных движений у детей и взрослых. Труды научной конф. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1962, 27, 213, 216.
21. Фарфель В. С. Некоторые вопросы управления движениями. Мат. IX всесоюзной научной конференции по физиол., морфол., биол. и биомеханике мышечной деятельности. М., 1966, 66.
22. Фарфель В. С. Физиология спорта, М., ФиС, 1960.
23. Фарфель В. С. Развитие движений у детей школьного возраста. М., Изд. АПН СССР, 1959.
24. Чхаидзе Л. В. Об управлении движениями человека. М., 1970.

## ОБ ОЦЕНКЕ КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ

Л. О. Яансон

Резюме

Описывается простая методика для определения степени развития координации движений.

## ON THE ASSESSMENT OF THE COORDINATION OF MOVEMENTS

L. Jaanson

Summary

A simple method for the assessment of the coordination of movements is described.

## **О МЕТОДИКЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕХНИКИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ, СОВЕРШАЕМЫХ В ОДНОЙ ПЛОСКОСТИ**

**А. А. Вайн**

Кафедра физиологии спорта и проблемная научно-исследовательская  
лаборатория по основам мышечной деятельности

Уровень методики биомеханического анализа техники физических упражнений сравнительно невысокий. Мало используются достижения современной науки и техники для совершенствования методики биомеханического анализа спортивной техники [1].

Применение электронно-вычислительной техники во многих отраслях науки обуславливало коренные изменения в проблематике и методике [2]. При решении вопросов спортивной тренировки многие ученые использовали электронно-вычислительные машины (ЭВМ) для статистической обработки результатов наблюдений и экспериментов. При биомеханическом анализе спортивной техники возникает проблема определения биомеханических характеристик. Для решения этой задачи необходимо применение современных цифровых ЭВМ, так как двигательный аппарат человека представляет собой очень сложную систему живых тел. Двигательный аппарат человека нужно рассматривать как деформируемую систему деформируемых тел [3]. Закономерности движения такой системы отражают так называемые интегральные характеристики, такие как: траектория общего центра масс (ОЦМ) системы, скорость ОЦМ, ускорение ОЦМ, кинетическая энергия ОЦМ и т. д. Информативными являются и интегральные характеристики биокинематических цепей.

Интерпретация биомеханических характеристик произвольно выбранной точки двигательного аппарата спортсмена является затруднительной из-за индивидуальных особенностей человека. Учитывая вышесказанное, целесообразно сравнивать интегральные характеристики движения разных спортсменов.

Одной из биомеханических особенностей двигательного аппарата человека является то обстоятельство, что каждая часть двигательного аппарата имеет собственный «мотор» — определенную

группу мышц. Из этого вытекает, что при биомеханическом анализе необходимо определить механическую работу, совершаемую мышечной системой человека, а также условия работы мышц.

При биомеханическом анализе спортивной техники целесообразно регистрировать движения киноциклографическим способом. Это позволяет репродуцировать исследуемое движение, а также измерять исходные данные для расчета биомеханических характеристик [4]. Применение для расчетов биомеханических характеристик ЭВМ, имеющих внешнюю память, позволяет автоматизировать биомеханический анализ спортивной техники [5, 6]. Для составления рабочих программ для ЭВМ необходимо составить соответствующий алгоритм математической модели исследуемого движения.

Составлением математических моделей, описывающих движения человека, занимались многие ученые [7, 8, 9, 5, 10], но до настоящего времени еще не составлена математическая модель, описывающая с достаточной точностью движения человека в пространстве. Трудно учитывать конституциональные особенности человека и перемещения внутренних органов под действием сил инерции [5]. Решение этих задач надо начинать с более простых моделей.

Для биомеханического анализа техники физических упражнений необходимо определить:

- 1) биомеханические показатели и характеристики;
- 2) точность измерения исходных данных для расчета биомеханических характеристик;
- 3) оценка адекватности используемой модели;
- 4) статистические характеристики биомеханических характеристик;
- 5) корреляционные связи и регрессионные уравнения между биомеханическими показателями, физическими качествами, антропометрическими и физиологическими показателями и спортивными результатами.

В данном сообщении описывается алгоритм вычисления биомеханических характеристик движений спортсмена, совершаемых в одной плоскости. Предположим, что левая и правая рука, а также и нижние конечности спортсмена двигаются вместе. Двигательный аппарат человека заменяется системой геометрических тел, имеющих две открытые биокинематические цепи.

## **I. Исходные данные и обозначения**

Перед киносъемкой были определены центры масс отдельных частей тела и оси суставов и нанесены на них точки размером  $15 \times 15$  [мм] (рис.1). После этого была определена масса спортсмена на медицинских весах. К туловищу спортсмена был при-

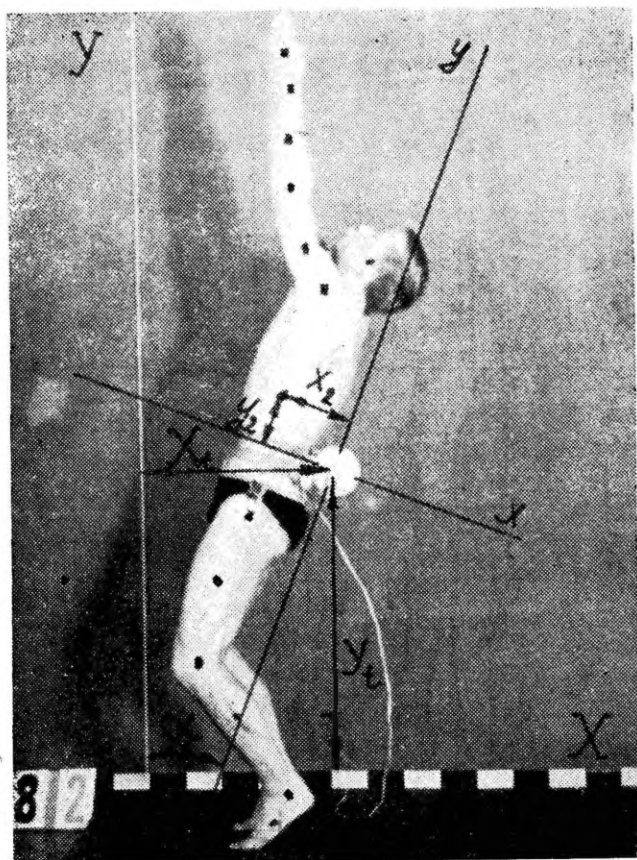


Рис. 1.

креплен двухкоординатный механический акселерограф. Исходные данные для вычисления биомеханических характеристик представлены в виде следующих цифровых массивов.

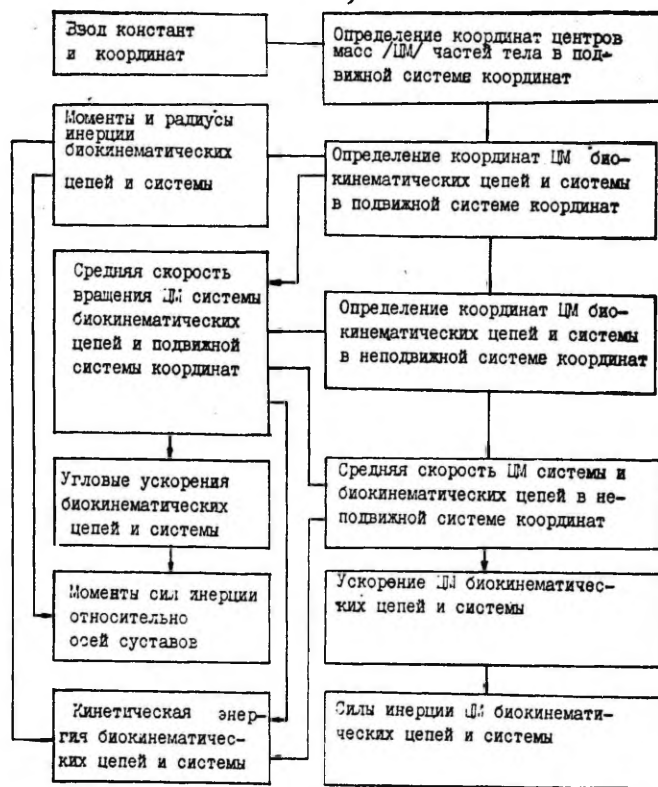
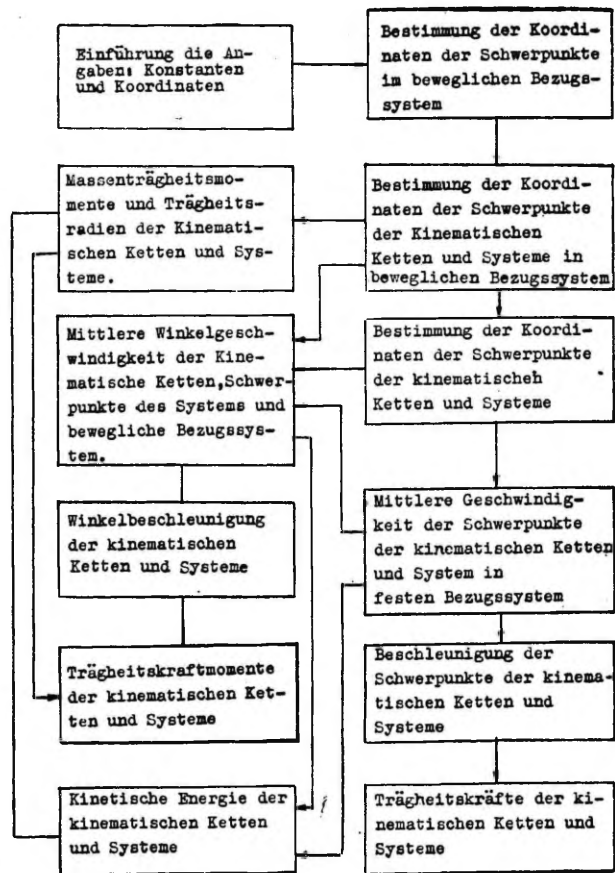
I. Постоянные: номер эксперимента NR; число кадров кинограммы N, масштабный коэффициент \* C; масса спортсмена m, число кадров в секунду при киносъемке G; число межкадровых промежутков u.

II. Постоянные акселерографа:  $D_1, D_2, D_3, D_4$ .

III. Коэффициенты распределения массы частей тела:  $b_1$  — голова,  $b_2$  — туловище,  $b_3$  — правое и левое плечо,  $b_4$  — правое и

---

\* Масштабным коэффициентом называется такое число, которым, умножая координату, измеренную с кадра кинограммы в миллиметрах, получим истинную величину этой координата в метрах.





левое предплечье,  $b_5$  — правая и левая кисть,  $b_6$  — правое и левое бедро,  $b_7$  — правая и левая голень,  $b_8$  — правая и левая стопа.

IV. Радиусы головы, кисти и длины частей тела:  $l_1$  — голова,  $l_2$  — туловище,  $l_3$  — плечо,  $l_4$  — предплечье,  $l_5$  — кисть,  $l_6$  — бедро,  $l_7$  — голень,  $l_8$  — стопа.

V. Абсциссы следующих точек в подвижной системе координат:  $X_1$  — центра массы (ЦМ) головы,  $X_2$  — ЦМ туловища,  $X_3$  — ось плечевого сустава,  $X_4$  — ось локтевого сустава,  $X_5$  — ось лучезапястного сустава,  $X_6$  — ЦМ кисти,  $X_7$  — ось тазобедренного сустава,  $X_8$  — ось коленного сустава,  $X_9$  — ось голеностопного сустава,  $X_{10}$  — ЦМ стопы.

VI. Ординаты в предыдущем массиве перечисленных точек  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9, Y_{10}$ .

VI. Абсциссы начальной точки подвижной системы координат —  $X_T$ .

VIII. Ординаты начальной точки подвижной системы координат —  $Y_T$ .

IX. Угол поворота подвижной системы координат относительно неподвижной —  $\alpha$ .

X. Показания акселерографа  $L_x$  и  $L_y$  по направлению осей подвижной системы.

На рисунке 2 дана блок-схема алгоритма вычисления биомеханических показателей и характеристик.

2. Координаты ЦМ частей тела в подвижной системе координат.

### 2.1. Голова

$$X_{hi} = CX_{i1},$$

$$Y_{hi} = CY_{i1}, \text{ где}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots N.$$

### 2.2. Туловище

$$X_{vi} = CX_{i2},$$

$$Y_{vi} = CY_{i2}.$$

### 2.3. Плечо

$$X_{bi} = C(0,53X_{i3} + 0,47X_{i4}),$$

$$Y_{bi} = C(0,53Y_{i3} + 0,47Y_{i4}).$$

### 2.4. Предплечье

$$X_{ai} = C(0,58X_{i4} + 0,42X_{i5}),$$

$$Y_{ai} = C(0,58Y_{i4} + 0,42Y_{i5}).$$

### 2.5. Кисть

$$X_{mi} = CX_{i6},$$

$$Y_{mi} = CY_{i6}.$$

### 2.6. Бедро

$$X_{fi} = C(0,56X_{i7} + 0,44X_{i8}),$$

$$Y_{fi} = C(0,56Y_{i7} + 0,44Y_{i8}).$$

## 2.7. Голень

$$X_{ci} = C(0,58X_{i8} + 0,42X_{i9}),$$

$$Y_{ci} = C(0,58Y_{i8} + 0,42Y_{i9}).$$

## 2.8. Стопа

$$X_{pi} = CX_{i10},$$

$$Y_{pi} = CY_{i10}.$$

## 2.9. Плечевой сустав

$$X_{bi} = CX_{i3},$$

$$Y_{bi} = CY_{i3}.$$

## 2.10. Тазобедренный сустав

$$X_{fi} = CX_{i7},$$

$$Y_{fi} = CY_{i7}.$$

# 3. Координаты ЦМ биокинематических цепей и системы в подвижной системе координат.

Обозначаем

$$m_1 = \sum_{q=1}^2 b_q; \quad m_2 = \sum_{q=3}^5 b_q; \quad m_3 = \sum_{q=6}^8 b_q \quad \text{и} \quad m_4 = m_1 + m_3,$$

где  $q = 1, 2, 3, \dots, 8$ .

## 3.1. Верхние конечности

$$X_{ui} = \frac{1}{m_2} (b_3X_{bi} + b_4X_{ai} + b_5X_{mi}),$$

$$Y_{ui} = \frac{1}{m_2} (b_3Y_{bi} + b_4Y_{ai} + b_5Y_{mi}),$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ .

## 3.2. Нижние конечности

$$X_{ji} = \frac{1}{m_3} (b_6X_{fi} + b_7X_{ci} + b_8X_{pi});$$

$$Y_{ji} = \frac{1}{m_3} (b_6Y_{fi} + b_7Y_{ci} + b_8Y_{pi}).$$

## 3.3. Голова и туловище

$$X_{kvi} = \frac{1}{m_1} (b_1X_{ki} + b_2X_{vi}),$$

$$Y_{kvi} = \frac{1}{m_1} (b_1Y_{ki} + b_2Y_{vi}).$$

### 3.4. Голова, туловище и нижние конечности

$$X_{hji} = \frac{1}{m_4} (m_1 X_{hvi} + m_3 X_{ji}),$$

$$Y_{hji} = \frac{1}{m_4} (m_1 Y_{hvi} + m_3 Y_{ji}),$$

### 3.5. Система

$$O_{xi} = m_1 X_{hvi} + m_2 X_{ui} + m_3 X_{ji},$$

$$O_{yi} = m_1 Y_{hvi} + m_2 Y_{ui} + m_3 Y_{ji}.$$

4. Координаты ЦМ биокинематических цепей и всей системы в неподвижной системе координат.

#### 4.1. Начальная точка подвижной системы координат

$$X_i = C X_{ti},$$

$$Y_i = C Y_{ti}, \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots N.$$

#### 4.2. Системы

$$X_{oi} = X_i + O_{xi} \cos \alpha - O_{yi} \sin \alpha,$$

$$Y_{oi} = Y_i + O_{xi} \sin \alpha + O_{yi} \cos \alpha.$$

#### 4.3. Голова и туловище

$$X_{ohi} = X_i + X_{hvi} \cos \alpha - Y_{hvi} \sin \alpha,$$

$$Y_{ohi} = Y_i + X_{hvi} \sin \alpha + Y_{hvi} \cos \alpha.$$

#### 4.4. Верхние конечности

$$X_{oui} = X_i + X_{ui} \cos \alpha - Y_{ui} \sin \alpha,$$

$$Y_{oui} = Y_i + X_{ui} \sin \alpha + Y_{ui} \cos \alpha.$$

#### 4.5. Нижние конечности

$$X_{oji} = X_i + X_{ji} \cos \alpha - Y_{ji} \sin \alpha,$$

$$Y_{oji} = Y_i + X_{ji} \sin \alpha + Y_{ji} \cos \alpha.$$

#### 4.6. Голова, туловище и нижние конечности

$$X_{ovi} = X_i + X_{hji} \cos \alpha - Y_{hji} \sin \alpha,$$

$$Y_{ovi} = Y_i + X_{hji} \sin \alpha + Y_{hji} \cos \alpha.$$

#### 4.7. Плечевой сустав

$$X_{obi} = X_i + X_{bli} \cos \alpha - Y_{bli} \sin \alpha,$$

$$Y_{obi} = Y_i + X_{bli} \sin \alpha + Y_{bli} \cos \alpha.$$

#### 4.8. Кисть

$$X_{omi} = X_i + X_{mi} \cos \alpha - Y_{mi} \sin \alpha,$$

$$Y_{omi} = Y_i + X_{mi} \sin \alpha + Y_{mi} \cos \alpha.$$

5. Средняя скорость ЦМ системы и биокинематических цепей в неподвижной системе координат.

5.1. Постоянная, учитывающая временный интервал между кадрами

$$G_2 = \frac{G}{2u}.$$

5.2. Системы

$$\bar{v}_{xi} = G_2 (X_{oi+u} - X_{oi-u}),$$

$$\bar{v}_{yi} = G_2 (Y_{oi+u} - Y_{oi-u}),$$

$$\bar{v}_i = \sqrt{\bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2}, \text{ где } i = u+1, u+2, \dots, N-u.$$

5.3. Голова и туловище

$$\bar{v}_{xhi} = G_2 (X_{ohi+u} - X_{ohi-u}),$$

$$\bar{v}_{yhi} = G_2 (Y_{ohi+u} - Y_{ohi-u}),$$

$$\bar{v}_{hi} = \sqrt{\bar{v}_{xhi}^2 + \bar{v}_{yhi}^2}.$$

5.4. Верхние конечности

$$\bar{v}_{xui} = G_2 (X_{oui+u} - X_{oui-u}),$$

$$\bar{v}_{yui} = G_2 (Y_{oui+u} - Y_{oui-u}),$$

$$\bar{v}_{ui} = \sqrt{\bar{v}_{xui}^2 + \bar{v}_{yui}^2}.$$

5.5. Нижние конечности

$$\bar{v}_{xji} = G_2 (X_{oji+u} - X_{oji-u}),$$

$$\bar{v}_{yji} = G_2 (Y_{oji+u} - Y_{oji-u}),$$

$$\bar{v}_{ji} = \sqrt{\bar{v}_{xji}^2 + \bar{v}_{yji}^2}.$$

5.6. Голова, туловище и нижние конечности

$$\bar{v}_{xvi} = G_2 (X_{ovi+u} - X_{ovi-u}),$$

$$\bar{v}_{yvi} = G_2 (Y_{ovi+u} - Y_{ovi-u}),$$

$$\bar{v}_{vi} = \sqrt{\bar{v}_{xvi}^2 + \bar{v}_{yvi}^2}.$$

5.7. Плечевой сустав

$$\bar{v}_{xoi} = G_2 (X_{obi+u} - X_{obi-u}),$$

$$\bar{v}_{yoi} = G_2(Y_{obi+u} - Y_{obi-u}),$$

$$\bar{v}_{oi} = \sqrt{\bar{v}_{xoi}^2 + \bar{v}_{yoi}^2}.$$

5.8. Относительная скорость движения ЦМ нижних конечностей.

$$\bar{v}_{rx_i} = G_2(X_{ji+u} - X_{ji-u}),$$

$$\bar{v}_{ry_i} = G_2(Y_{ji+u} - Y_{ji-u}),$$

$$\bar{v}_{ri} = \sqrt{\bar{v}_{rx_i}^2 + \bar{v}_{ry_i}^2}.$$

5.9. ЦМ кистей

$$\bar{v}_{xm_i} = G_2(X_{omi+u} - X_{omi-u}),$$

$$\bar{v}_{ym_i} = G_2(Y_{omi+u} - Y_{omi-u}),$$

$$\bar{v}_{m_i} = \sqrt{\bar{v}_{xm_i}^2 + \bar{v}_{ym_i}^2}.$$

6. Средняя скорость вращения ЦМ системы, биокинематических цепей и подвижной системы координат.

6.1. Подвижная система координат относительно неподвижной

$$\omega_i = G(\alpha_{i+u} - \alpha_{i-u}), \text{ где } i = u+1, u+2, \dots, N-u.$$

6.2. ЦМ головы, туловища и нижних конечностей относительно оси плечевых суставов

$$\omega_{oi} = \frac{\sqrt{(\bar{v}_{xoi} - \bar{v}_{xvi})^2 + (\bar{v}_{yoi} - \bar{v}_{yvi})^2}}{R_{oi}}, \text{ где}$$

$$R_{oi} = \sqrt{(X_{obi} - X_{ovi})^2 + (Y_{obi} - Y_{ovi})^2}$$

6.3. ЦМ нижних конечностей относительно оси тазобедренных суставов

$$\omega_{ji} = \frac{\sqrt{(\bar{v}_{xji} - \bar{v}_{xji})^2 + (\bar{v}_{yji} - \bar{v}_{yji})^2}}{R_{ji}}, \text{ где}$$

$$R_{ji} = \sqrt{(X_{fli} - X_{ji})^2 + (Y_{fli} - Y_{ji})^2}.$$

6.4. ЦМ верхних конечностей относительно оси лучезапястных суставов

$$\omega_{ui} = \frac{\sqrt{(\bar{v}_{xui} - \bar{v}_{xmi})^2 + (\bar{v}_{yui} - \bar{v}_{ymi})^2}}{R_{ui}}, \text{ где}$$

$$R_{ui} = \sqrt{(X_{mi} - X_{ui})^2 + (Y_{mi} - Y_{ui})^2}.$$

## 6.5. ЦМ системы относительно оси, проходящей ЦМ кистей

$$\omega_{m_i} = \frac{\sqrt{(\bar{v}_{x_i} - \bar{v}_{x_{m_i}})^2 + (\bar{v}_{y_i} - \bar{v}_{y_{m_i}})^2}}{R_{m_i}} \quad \text{где}$$

$$R_{m_i} = \sqrt{(X_{om_i} - X_{oi})^2 + (Y_{om_i} - Y_{oi})^2}$$

## 6.6. ЦМ верхних конечностей относительно плечевых суставов

$$\omega_{ub_i} = \frac{\sqrt{(\bar{v}_{x_{ui}} - \bar{v}_{x_{oi}})^2 + (\bar{v}_{y_{ui}} - \bar{v}_{y_{oi}})^2}}{R_{ub_i}}, \quad \text{где}$$

$$R_{ub_i} = \sqrt{(X_{ui} - X_{bi})^2 + (Y_{ui} - Y_{bi})^2}.$$

## 7. Моменты и радиусы инерции биокинематических цепей и системы.

### 7.1. Нижние конечности относительно тазобедренных суставов

$$I_{f_i} = m \left\{ \frac{1}{12} \sum_{q=6}^8 b_q l_q^2 + b_6 [(X_{f_i} - X_{f_i})^2 + (Y_{f_i} - Y_{f_i})^2] + \right. \\ \left. + b_7 [(X_{f_i} - X_{c_i})^2 + (Y_{f_i} - Y_{c_i})^2] + b_8 [(X_{f_i} - X_{p_i})^2 + \right. \\ \left. (Y_{f_i} - Y_{p_i})^2] \right\},$$

$$r_{f_i} = \sqrt{\frac{I_{f_i}}{m m_3}}, \quad \text{где } i = 1, 2, 3, \dots, N.$$

### 7.2. Голова, туловище и нижние конечности относительно плечевых суставов

$$I_{b_i} = m \left\{ \frac{2}{5} b_1 l_1^2 + \frac{1}{12} \sum_{q=2}^8 b_q l_q^2 + b_1 [(X_{b_i} - X_{k_i})^2 + \right. \\ \left. + (Y_{b_i} - Y_{k_i})^2] + b_2 [(X_{b_i} - X_{v_i})^2 + (Y_{b_i} - Y_{v_i})^2] + \right. \\ \left. + b_6 [(X_{b_i} - X_{f_i})^2 + (Y_{b_i} - Y_{f_i})^2] + b_7 [(X_{b_i} - X_{c_i})^2 + \right. \\ \left. + (Y_{b_i} - Y_{c_i})^2] + b_8 [(X_{b_i} - X_{p_i})^2 + (Y_{b_i} - Y_{p_i})^2] \right\},$$

где  $q = 2, 6, 7, 8$ ;

$$r_{b_i} = \sqrt{\frac{I_{b_i}}{m_4 m}}.$$

### 7.3. Системы относительно оси, проходящей ЦМ системы

$$I_{oi} = m \left\{ \frac{2}{5} (b_1 l_1^2 + b_5 l_5^2) + \frac{1}{12} \left( \sum_{q=2}^4 b_q l_q^2 + \sum_{q=6}^8 b_q l_q^2 \right) + \right. \\ + b_1 [(X_{k_i} - O_{x_i})^2 + (Y_{k_i} - O_{y_i})^2] + b_2 [(X_{v_i} - O_{x_i})^2 + \\ + (Y_{v_i} - O_{y_i})^2] + b_3 [(X_{b_i} - O_{x_i})^2 + (Y_{b_i} - O_{y_i})^2] + \\ + b_4 [(X_{a_i} - O_{x_i})^2 + (Y_{a_i} - O_{y_i})^2] + b_5 [(X_{m_i} - O_{x_i})^2 + \\ + (Y_{m_i} - O_{y_i})^2] + b_6 [(X_{f_i} - O_{x_i})^2 + (Y_{f_i} - O_{y_i})^2] + \\ + b_7 [(X_{c_i} - O_{x_i})^2 + (Y_{c_i} - O_{y_i})^2] + b_8 [(X_{p_i} - O_{x_i})^2 + \\ \left. + (Y_{p_i} - O_{y_i})^2 \right\},$$

$$r_{oi} = \sqrt{\frac{I_{oi}}{m}}.$$

### 7.4. Системы относительно оси, проходящей ЦМ кистей

$$I_{mi} = I_{oi} + m R_{mi}^2,$$

$$r_{mi} = \sqrt{\frac{I_{mi}}{m}}.$$

### 7.5. Верхние конечности относительно плечевых суставов

$$I_{ui} = m \left\{ \frac{2}{5} b_5 l_5^2 + \frac{1}{12} \sum_{q=3}^4 b_q l_q^2 + b_3 [(X_{b_{li}} - X_{b_i})^2 + \right. \\ + (Y_{b_{li}} - Y_{b_i})^2] + b_4 [(X_{b_{li}} - X_{a_i})^2 + (Y_{b_{li}} - Y_{a_i})^2] + \\ \left. + b_5 [(X_{b_{li}} - X_{m_i})^2 + (Y_{b_{li}} - Y_{m_i})^2] \right\},$$

$$r_{ui} = \sqrt{\frac{I_{ui}}{m_2 m}}.$$

## 8. Кинетическая энергия биокинематических цепей и системы.

### 8.1. Нижние конечности при вращении вокруг оси тазобедренных суставов

$$E_{fi} = \frac{1}{2} I_{fi} \omega_{ji}^2, \text{ где } i = u+1, u+2, \dots, N-u.$$

8.2. Голова, туловище и нижние конечности при вращении вокруг оси плечевых суставов

$$E_{bi} = \frac{1}{2} I_{bi} \omega_{oi}^2.$$

8.3. Общая кинетическая энергия системы, если ось плечевых суставов движется поступательно

$$E_{boi} = E_{bi} + E_{obi}, \text{ где } E_{obi} = \frac{1}{2} m v_{oi}^2.$$

8.4. Поступательное движение ЦМ системы

$$E_{oi} = \frac{1}{2} m v_i^2.$$

8.5. Верхние конечности при вращении вокруг оси плечевых суставов

$$E_{ui} = \frac{1}{2} I_{ui} \omega_{ubi}^2.$$

8.6. Системы при вращении вокруг оси, проходящей через кисти

$$E_{ci} = \frac{1}{2} I_{mi} \omega_{mi}^2.$$

8.7. Поступательное движение системы со скоростью ЦМ кистей:

$$E_{omi} = \frac{1}{2} m \bar{v}_{mi}^2.$$

8.8. Общая кинетическая энергия, если поступательно движется ось, проходящая через ЦМ кистей:

$$E_{moi} = E_{ci} + E_{omi}.$$

8.9. Потенциальная энергия ЦМ системы:

$$E_{gi} = 9,81 m (Y_{oi} - Y_{omn}).$$

9. Ускорение ЦМ биокинематических цепей и системы.

9.1. Системы:

$$\bar{a}_{xi} = G_2 (\bar{v}_{xi+u} - \bar{v}_{xi-u}),$$

$$\bar{a}_{yi} = G_2 (\bar{v}_{yi+u} - \bar{v}_{yi-u}),$$

$$\bar{a}_i = \sqrt{\bar{a}_{xi}^2 + \bar{a}_{yi}^2}, \text{ где } i = u+2, u+3, \dots N - (u+1):$$



## 9.2. Голова и туловище:

$$\bar{a}_{xh_i} = G_2(\bar{v}_{xh_{i+u}} - \bar{v}_{xh_{i-u}}),$$

$$\bar{a}_{yh_i} = G_2(\bar{v}_{yh_{i+u}} - \bar{v}_{yh_{i-u}}),$$

$$\bar{a}_{h_i} = \sqrt{\bar{a}_{xh_i}^2 + \bar{a}_{yh_i}^2}.$$

## 9.3. Верхние конечности:

$$\bar{a}_{xu_i} = G_2(\bar{v}_{xu_{i+u}} - \bar{v}_{xu_{i-u}});$$

$$\bar{a}_{yu_i} = G_2(\bar{v}_{yu_{i+u}} - \bar{v}_{yu_{i-u}});$$

$$\bar{a}_{u_i} = \sqrt{\bar{a}_{xu_i}^2 + \bar{a}_{yu_i}^2}.$$

## 9.4. Нижние конечности:

$$\bar{a}_{xj_i} = G_2(\bar{v}_{xj_{i+u}} - \bar{v}_{xj_{i-u}}),$$

$$\bar{a}_{yj_i} = G_2(\bar{v}_{yj_{i+u}} - \bar{v}_{yj_{i-u}}),$$

$$\bar{a}_{j_i} = \sqrt{\bar{a}_{xj_i}^2 + \bar{a}_{yj_i}^2}.$$

## 9.5. Голова, туловище и нижние конечности:

$$\bar{a}_{xv_i} = G_2(\bar{v}_{xv_{i+u}} - \bar{v}_{xv_{i-u}});$$

$$\bar{a}_{yv_i} = G_2(\bar{v}_{yv_{i+u}} - \bar{v}_{yv_{i-u}});$$

$$\bar{a}_{v_i} = \sqrt{\bar{a}_{xv_i}^2 + \bar{a}_{yv_i}^2}.$$

## 10. Угловые ускорения биокинематических цепей и системы.

10.1. ЦМ нижних конечностей относительно оси тазобедренных суставов:

$$\varepsilon_{ji} = G_2(\omega_{ji_{i+u}} - \omega_{ji_{i-u}}), \text{ где } i = u+2, u+3, \dots, N - (u+1).$$

10.2. ЦМ верхних конечностей относительно оси плечевых суставов:

$$\varepsilon_{ui} = G_2(\omega_{ui_{i+u}} - \omega_{ui_{i-u}}).$$

10.3. ЦМ головы, туловища и нижних конечностей, относительно оси плечевых суставов:

$$\varepsilon_{oi} = G_2(\omega_{oi_{i+u}} - \omega_{oi_{i-u}}).$$

10.4. ЦМ системы относительно оси, проходящей через ЦМ кистей:

$$\varepsilon_{ti} = G_2(\omega_{ti_{i+u}} - \omega_{ti_{i-u}}).$$

## II. Силы инерции ЦМ биокинематических цепей и системы.

### 11.1. ЦМ системы:

$$\bar{F}_{x_i} = m \bar{a}_{x_i},$$

$$\bar{F}_{y_i} = m \bar{a}_{y_i},$$

$$\bar{F}_i = m \bar{a}_i, \text{ где } i = u+2, u+3, \dots N - (u+1).$$

### 11.2. Голова и туловище:

$$\bar{F}_{x_{h_i}} = m_1 \bar{a}_{x_{h_i}},$$

$$\bar{F}_{y_{h_i}} = m_1 \bar{a}_{y_{h_i}},$$

$$\bar{F}_{h_i} = m_1 \bar{a}_{h_i}.$$

### 11.3. Верхние конечности:

$$\bar{F}_{x_{u_i}} = m_2 \bar{a}_{x_{u_i}},$$

$$\bar{F}_{y_{u_i}} = m_2 \bar{a}_{y_{u_i}},$$

$$\bar{F}_{u_i} = m_2 \bar{a}_{u_i}.$$

### 11.4. Нижние конечности:

$$\bar{F}_{x_{j_i}} = m_3 \bar{a}_{x_{j_i}},$$

$$\bar{F}_{y_{j_i}} = m_3 \bar{a}_{y_{j_i}},$$

$$\bar{F}_{j_i} = m_3 \bar{a}_{j_i}.$$

### 11.5. Голова, туловище и нижние конечности:

$$\bar{F}_{x_{v_i}} = m_4 \bar{a}_{x_{v_i}},$$

$$\bar{F}_{y_{v_i}} = m_4 \bar{a}_{y_{v_i}},$$

$$\bar{F}_{v_i} = m_4 \bar{a}_{v_i}.$$

### 11.6. Радиальная сила на опорную точку:

$$F_{r_i}^{(1)} = m(g + \bar{a}_{y_i} + \omega_{o_i}^2 R_{o_i} \cos \beta) \text{ и}$$

$$F_{r_i}^{(2)} = m(g + \bar{a}_{y_i} + \omega_{m_i}^2 R_{m_i} \cos \gamma), \text{ где}$$

$$\operatorname{tg} \beta = X_{o_{v_i}}/Y_{o_{v_i}} \text{ и } \operatorname{tg} \gamma = X_{o_i}/Y_{o_i}.$$

## 12. Моменты сил инерции относительно осей суставов:

### 12.1. Тазобедренный сустав:

$$M_{j_i} = I_{f_i} \epsilon_{j_i}, \text{ где } i = u+1, u+2, \dots N - (u+1).$$

## 12.2. Плечевой сустав:

$$M_{oi} = I_{bi} \varepsilon_{oi}.$$

## 12.3. Верхние конечности относительно оси плечевых суставов:

$$M_{ui} = I_{ui} \varepsilon_{ui}.$$

## 12.4. Относительно оси, проходящей ЦМ кистей:

$$M_{mi} = I_{mi} \varepsilon_{mi}.$$

## 13. Ускорение туловища по показаниям акселерографа.

### 13.1. Ускорение в подвижной системе координат:

$$a_{xi} = 9,81 \left[ \frac{4(L_{xi} - D_2)}{D_2 - D_1} + 1 \right],$$

$$a_{yi} = 9,81 \left[ \frac{4(L_{yi} - D_4)}{D_4 - D_3} + 1 \right],$$

$$a_i = \sqrt{a_{xi}^2 + a_{yi}^2}, \text{ где } i = 1, 2, 3, \dots N.$$

### 13.2. Ускорение в неподвижной системе координат:

$$a_{xli} = a_{xi} \cos \alpha - a_{yi} \sin \alpha,$$

$$a_{yli} = a_{yi} \cos \alpha + a_{xi} \sin \alpha.$$

Описанные в алгоритме характеристики, особенно в пунктах 4, 6, 7, 8, 11, 12 и 13, позволяют дать биомеханическую характеристику положения тела спортсмена в пространстве, а также характеристики управляющих движений и энергетику двигательной деятельности спортсмена. По этим характеристикам можно вычислять точность и адекватность биомеханических характеристик. При статистической обработке этих характеристик можно определить вариативность движений спортсмена.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В. А. Инструментальные методы исследования как основа теории спортивной техники. — Материалы II Всесоюзной научно-методической конференции «Электронная техника в спорте». Киев, 1970, стр. 5—6.
2. Kotli, M., Oper, U., Peteron, J. Elektronarvuti teadust ja rahvamajandust abistamas. ERK, Tallinn, 1963, lk. 5.
3. Методика исследований в физической культуре. Под общей редакцией Д. Д. Донского., М., 1961, стр. 82.
4. Вайн А. А., Выханду Л. К. О методике получения исходных данных для расчета биомеханических характеристик. Материалы к Всерос-

- сийской научно-методической конференции «Приборы и методы в спортивной тренировке и эксперименте». Л., 1969, стр. 177—179.
5. Vain, A. Liigutuste biomehaanikast toeta olekus. — Väitekiri pedagogikakandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. Tartu, 1969, lk. 58—80.
  6. Вайн А. А. О методике биомеханического анализа физических упражнений. — Материалы II Всесоюзной научно-методической конференции «Электронная техника в спорте». Киев, 1970, стр. 153—154.
  7. Fischer, O. Theoretische Grundlagen für eine Mechanik der lebenden Körper (mit speziellen Anwendungen auf der Menschen sowie auf einige Bewegungsvorgänge an Maschinen). Verlag von B. G. Teubner. Leipzig und Berlin, 1906.
  8. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности, М., 1966, стр. 33—79.
  9. Назаров В. Т., Калис Х. М. Математическая и электронная функциональная модель трехзвенной системы для исследования некоторых движений человека в физических упражнениях. В сборнике «Вопросы теории и практики физического воспитания», Рига, 1968.
  10. Душков Б. А. Двигательная активность человека в условиях гермокамеры и космического полета, М., 1969, стр. 35—44.

## ÜHES TASAPINNAS KULGEVATE KEHALISTE HARJUTUSTE TEHNIKA BIOMEHAANILISE ANALÜÜSI METOODIKAST

A. Vain

Resümee

Elektronarvutusmasinate kasutamine avab uued võimalused kehaliste harjutuste tehnika biomehaanilise analüüsi metoodika täiustamiseks. Tööprogrammi koostamiseks elektronarvutusmasinale on vaja kirjeldada vastavat matemaatilist mudelit algoritmi kujul. Inimese liikumist kirjeldava matemaatilise mudeli loomine on raske ülesanne, seetõttu tuleb alustada suhteliselt lihtsamatest mudelitest, mille abil saab määrata kasutatud tehnika struktuuri peegeldavaid biomehaanilisi tunnuseid ja tunnusjooni.

Mingi spordiala tehnika biomehaaniliseks analüüsiks on vaja määrata:

- 1) biomehaanilised tunnused ja tunnusjooned,
- 2) arvutusteks vajalike algandmete mõõtmise täpsus,
- 3) kirjeldatud mudeli adekvaatsus,
- 4) biomehaaniliste tunnusjoonte statistilised karakteristikad,
- 5) biomehaaniliste tunnuste, antropomeetria, kehaliste võimete, organismi talitlust kajastavate näitajate ja sportliku tulemuse vahelised statistilised seosed.

Kinotsüklograafilisel teel saadud algandmetest on võimalik arvutada nn. integraalseid biomehaanilisi tunnusjooni, nagu süsteemi masskeskme trajektoor, kiirus, kiirendus jne. Süsteemi mingi punkti vastavad tunnusjooned on vähem informatiivsed, sest nad kajastavad selle punkti liikumist, mitte aga süsteemi või selle osa kui terviku liikumist.

Käesolevas teadaandes antakse algoritmi kujul sportlase liikumist ühes tasapinnas kirjeldav matemaatiline mudel. Eeldatakse, et sportlase vasak ja parem ülajäse, aga samuti alajäsemed, liiguvad koos. Liikumisaparaat on taandatud lihtsate geomeetriliste kehade süsteemiks.

Esitatud algoritmi põhjal on koostatud programm, algoritmiliises keeles MALGOL, võimlemisharjutuste tehnika biomehaaniliseks analüüsiks.

## **ÜBER DIE METHODIK DER BIOMECHANISCHEN UNTERSUCHUNG DER TECHNIK DER BEWEGUNGEN DER SPORTLERS AUF EINER EBENE**

### **Mitteilung I**

**A. Vain**

#### **Zusammenfassung**

Der Gebrauch einer elektronischen Rechenmaschine eröffnet neue Möglichkeiten für die Vervollkommnung der Methodik der biomechanischen Untersuchung der Technik der Körperübungen.

Für die Ausrechnungen muss man ein Programm zusammenstellen. Das bedingt das Vorhandensein entsprechender Algorithmen. Für die biomechanischen Untersuchungen sportlicher Technik der Körperübungen muss man feststellen.

1. Biomechanische Kennlinien und Kennzeichen.
2. Genauigkeit der Koordinatenmessungen.
3. Adäquat des mathematischen Modells.
4. Statistische Kennzeichen der biomechanischen Kennlinien.
5. Wechselbeziehungen zwischen biomechanischen Kennzeichen, Antropometrie, körperliche Fähigkeiten und physiologische Kennzeichen.

Die Bewegungen eines Sportlers werden mit der Filmkamera fixiert. Vor der Filmaufnahme werden bei dem Sportler die Lage der Schwerpunkte der Körperteile und der Gelenkachse vermerkt. Zwecks Aufzeichnung der Beschleunigungskennlinie wird der Accelerograf am Sportler befestigt. Die Filmkamera hat einen Auslöseschalter, der sich im Moment der Belichtung öffnet. Das gibt eine Möglichkeit für die Synchronisation der Filmaufnahme mit den Beschleunigungsdiagrammen.

Die Messungen der Koordinate der Schwerpunkte der Körperteile und der Gelenkachsen werden mit einem speziellen Filmauswertgerät durchgeführt.

Für die Berechnungen mit einer elektronischen Rechenmaschine werden folgende Angaben vorbereitet.

I Konstante: die Nummer des Experimentes  $NR$ ; Anzahl der Filmbilder  $N$ ; Masstabkoeffizient  $C$ ; die Masse des Sportlers  $m$ ; die Bildfrequenz  $G$ .

II Die Konstante des Accelerographen  $D_1, D_2, D_3, D_4$ .

III Relative Gewichte der Körperteile:  $b_1$  — Kopf;  $b_2$  — Rumpf;  $b_3$  — die Oberarme;  $b_4$  — die Unterarme;  $b_5$  — die Hände;  $b_6$  — die Oberschenkel;  $b_7$  — die Unterschenkel;  $b_8$  — die Füße.

IV Die Länge der Körperteile und die Radien des Kopfes und der Hand:  $l_1$  — Kopf;  $l_2$  — Rumpf;  $l_3$  — Oberarm;  $l_4$  — Unterarm;  $l_5$  — Hand;  $l_6$  — Oberschenkel;  $l_7$  — Unterschenkel;  $l_8$  — Fuss.

V Die  $X$  — Koordinatenwerte der einzelnen Schwerpunkte und Gelenkachsen:  $X_1$  — Kopf;  $X_2$  — Rumpf;  $X_3$  — Schultergelenkachse;  $X_4$  — Ellbogengelenkachse;  $X_5$  — Handgelenkachse;  $X_6$  — Hand;  $X_7$  — Hüftgelenkachse;  $X_8$  — Kniegelenkachse;  $X_9$  — Sprunggelenkachse;  $X_{10}$  — Fuss.

VI Die  $Y$  — Koordinatenwerte der einzelnen Schwerpunkte und Gelenkachsen entsprechend den obengenannten sind folgende:  $Y_1$ ;  $Y_2$ ;  $Y_3$ ;  $Y_4$ ;  $Y_5$ ;  $Y_6$ ;  $Y_7$ ;  $Y_8$ ;  $Y_9$ ;  $Y_{10}$ .

VII  $X_t$  — Koordinatenwert des beweglichen Koordinatensystems ( $x_i$ ;  $y_i$ ) (Abb. 1) im festen Bezugssystem ( $X$ ;  $Y$ ).

VIII  $Y_t$  — Koordinatenwert des jeweiligen Koordinatensystems ( $x_i$ ;  $y_i$ ) im festen Bezugssystem ( $X$ ;  $Y$ ).

IXa — Drehwinkel des beweglichen Koordinatensystems.

X Auswertungen des Accelerogramms:  $L_x$ ;  $L_y$ .

In der vorliegenden Mitteilung gibt man ein Algorithm für die Bestimmung der biomechanischen Kennlinien der Bewegungen des Sportlers auf einer Ebene. Nehmen wir an, dass die Oberen und unteren Extremitäten sich zusammen bewegten. Der Bewegungsapparat des Menschen ist zum System einfacher geometrischen Körper reduziert.

Die Abbildung 2 veranschaulicht die Einordnung der Berechnungen mit einer elektronischen Rechenmaschine.

## **BIOMEHAANILISTE TUNNUSJOONTE JA LIHASTE BIOELEKTRILISE AKTIIVSUSE VAHEKORRAST VÕIMLEMISHARJUTUSTE SOORITAMISEL**

**R. Torm, A. Vain**

Võimlemise kateeder ja spordifüsioloogia kateeder

Inimese liigutuste juhtimise seaduspärasuste uurimine omab suurt teoreetilist ja rakenduslikku tähtsust [1]. See kätkeb endasse probleeme, mis on seotud konkreetsete sportlike harjutuste tehnika üldiste küsimustega ja ka õpetamise metoodika ülesehitamise ja rakendamisega.

Võimlejate tehnika ettevalmistus haarab 70—80% treeningu üldisest ajast. See viitab vajadusele arendada selliseid kehalisi võimeid, eriti koordineerimist, mis kiirendavad optimaalse tehnika väljakujunemist [2]. Koordineerimiselised võimed avalduvad ajaliste, ruumiliste ja jõu näitajate täpses diferentseerimises ja on seotud konkreetsete harjutuste struktuuriga [3]. Võimlejate tehnilise ettevalmistuse otstarbekas korraldus eeldab harjutuste süsteemi struktuurikomponentide vaheliste seoste laialdast tundmist nende üldises hierarhias [4] ja ka inimese liikumisaparaadi üldiste koordineerimismehhanismide teadmist.

Probleemide seostatus nõuab kompleksse metoodika rakendamist, mille abil saab objektiivselt kirjeldada harjutuste kinemaatilist ja dünaamilist struktuuri, lihastöö avaldumisvormi ning näidata tingimused harjutuse optimaalse tehnika väljakujunemiseks.

Võimlemisharjutuste tehnika biomehaanilise analüüsi metoodika on pidevalt täiustunud. Kui aastaid tagasi piirdus võimlemisharjutuste tehnika analüüs sportlase liikumise välise pildi kirjeldamises kinogrammide alusel, siis viimastel aastatel on asutud kinogrammidelt mõõdetud algandmetest arvutama biomehaanilisi tunnuseid (mis peegeldavad sportlase kui terviku liikumise iseloomu) ja ka määrama üksikute biokinemaatiliste ahelate liikumist ning kehaosade omavahelist koostööd peegeldavaid tunnuseid. Kasutatakse mitmesuguseid mõõteriistu ja mõõtmismeetodeid biomehaaniliste tunnuseid registreerimiseks eesmärgiga saada treeningu

protsessis kohest informatsiooni (aktselerograafia, tensomeetria jne.).

Käesolevas töös antakse hinnang erinevate uurimismeetodite (kinotsüklograafia, tensograafia, aktselerograafia, elektromüograafia) informatsiivsusele võimlemisharjutuse tehnika biomehaanilisel analüüsil.

### **Metoodika**

Analüüsitavaks harjutuseks on valitud hoogtõus käsivartelt ette rööbaspuudel. Nimetatud harjutuse liigutuslikuks ülesandeks on tõsta sportlane õlavarretoengust toengusse kere ja jalgade raskuskeskme viimisega olaliigese kõrgusele.

Ekspirimendid viidi läbi meie poolt varem väljatöötatud metoodika järgi [5, 6, 11, 12]. Algandmete läbitöötamine toimus selleks koostatud programmi abil elektronarvutusmasinal Minsk-32 [7]. Vaatlusaluseks oli 33 meesvõimlejat sportliku kvalifikatsiooniga meistersportlastest kuni algajani.

Rööpale mõjuvat vertikaalsuunalist jõudu mõõdeti tensomeetriste andurite abil. Lihaste bioelektrilise aktiivsuse registreerimisel kasutati biopotsiaalide võimendajaid УБП-2. Elektromüogrammid registreeriti 5-lt lihaselt (vt. joonis 2.)

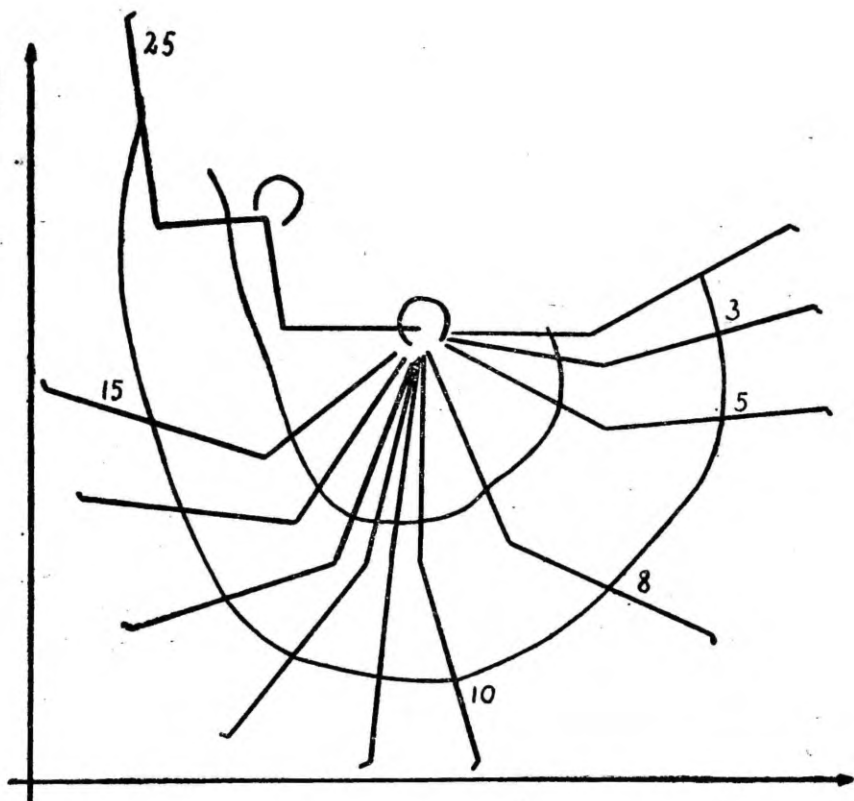
### **Tulemused ja nende arutelu**

Riistadel sooritatavate harjutuste korral on liikumapanevateks jõududeks raskusjõud, lihasjõud ning riista elastsusjõud. Nende otstarbekas ärakasutamine liikumise eesmärgi saavutamisel on optimaalse tehnika tingimuseks ning ühtlasi iseloomustab sportlase väljakujunenud koordineerimismehhanisme ja liigutusvõimuse omandamise astet.

Hoogtõus käsivartelt ette rööbaspuudel on olnud paljude võimlemisharjutuste tehnika uurimiste objektiks ning toodud järeldused sooritamise tehnikast põhinevad järgnevalt esitatud seisukohtadel. Algasendist kuni vertikaaltasapinnani toimub liikumine kergelt sirutatud kereasendiga. Läbides vertikaaltasapinna, peab võimleja energiliselt jalgu painutama puusaliigesest, suunates need ette üles ning pidurdama nende liikumist rööbaste tasapinnas, sooritades samaaegselt kerega järsu liigutuse üles. Tõusu lõpetamine toimub käte aktiivse surumisega rööbastele, millega kaasneb õlavöö tõus toengusse [4, 8, 9, 10].

Meie poolt kinotsüklograafilisel meetodil saadud kinemaatilised ja dünaamilised näitajad — kehaasendite skeem, puusa- ja õlaliigese trajektoor ning jalgade ja keha masskeskmesse mõjuvate jõudude vektorid — toovad välja harjutuse dünaamilise struktuuri (joon. 1.). Keha masskeskme trajektoor moodustab sujuva kõver-

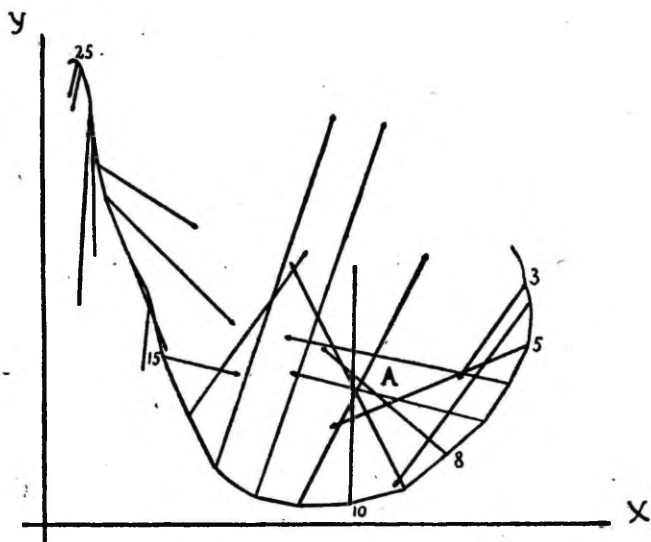




Joon. 1a

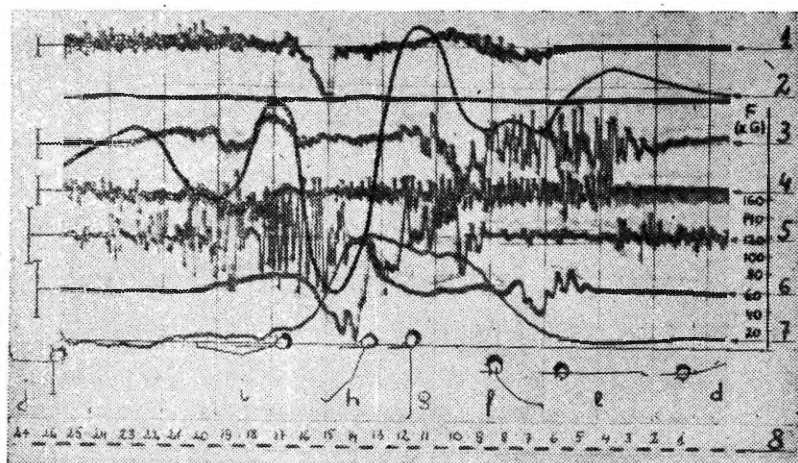
joone kere ja jalgade jõudmisel  $45^\circ$  nurga alla pärast vertikaaltasapinda (asendid 1—15).

Järgnev liikumine muutub kulgevaks kuni tõusu lõppasendini (asendid 15—21). Keha masskeskmesse mõjuvate jõudude vektorid muutuvad vastavalt liikumise iseloomule. Liikumisel algasendist on mõjuvad jõud suunatud ette-alla (asendid 3—5), seejärel ette, üleminekuga üles, läbides otsekui kindlat, kitsalt piiratud ala A (asendid 6—11). Asendites 12—13 saavutavad keha masskeskmesse mõjuvad jõud moodulilt maksimaalväärtuse ning omavad paralleelse suuna. Toimub jõuvektorite pöördumine telje suunas. Asendites 15—25 on jõud suunatud alla, iseloomustades kiiruse langemist keha masskeskme kulgeval liikumisel. Sellest võime järeldada, et jõuvektorite iseloom loob teatud võimaluse liigutuse jaotamiseks suhtelisteks faasideks.



Joon. 1b

1. Kere ning alajäsemete liikumine läbi rööbaste horisontaaltasapinna (asendid 1—5). 2. Liikumine vertikaaltasapinnani (asendid 6—11). 3. Keha ülemineku faas pöörlevalt liikumiselt kulgevale



Joon. 2. 1 — m. triceps brachii, 2 — aktseleerogramm, 3 — m biceps brachii, 4 — m latissimus, dorsi, 5 — m rectus femoris, 6 — m. gluteus maximus, 7 — tensogramm, 8 — kinokaamera katkesti.

liikumisele (asendid 12—14). 4. Keha kulgev liikumine (asendid 14—21). 5. Tõusus lõpetamine (asendid 22—27). Selline lähene-mine annab täpsema vastuse küsimusele, kuidas toimub liikumine.

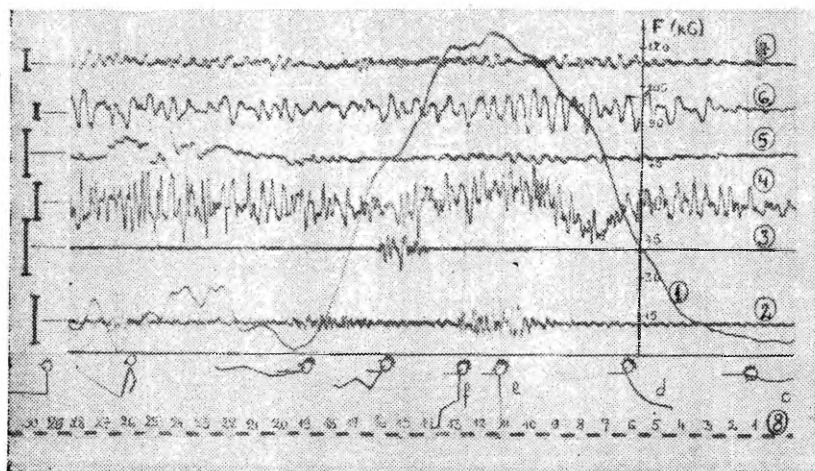
Lihaste bioelektrilist aktiivsust registreeriti viielt lihaselt, mille funktsioonid on järgmised: *m. rectus femoris* ja *m. gluteus maxi-mus* kui jala painutaja- ja sirutajalihased; *m. latissimus dorsi* — kere lähendaja fikseeritud kätele; *m. biceps brachii (caput longum)* — painutab küünarvart ning tõmbab õlavarreluud ettepoole; *m. triceps brachii (caput laterale)* — sirutab küünarvart. Lihastöö aktiivsuse näitajad (elektromüogrammid — joon. 2) iseloomustav-d lihaste aktiivsuse ja inaktiivsuse kindlat vahetorda harjutuse sooritamisel. *M. rectus femoris* ja *m. gluteus maximus* kui antago-nistlikud lihased aktiveeruvad liikumisel vahelduvalt kuni verti-kaaltasapinnani. Sellega tagatakse kere ning jalgade järkjärgu-line töösse lülitumine — nn. vibutusliigutus. *M. latissimus dorsi* kontrakt-sioon kui kere pöörleva liikumise üks kiirendaja on aktiivne lii-kumise vältel asendites 1—11. Selle lihase kontraktsiooniga ühtib ka *m. biceps brachii* ja *m. triceps brachii* aktiivsus. Tuleb pöörata tähelepanu faktile, et jala painutava lihase bioelektriline aktiivsus lõpeb vertikaaltasapinnas. Järgnev jalgade painutus toimub liha-ste inaktiivsuse seisukorras. Kere ning jalgade liikumisel horisontaal-tasapinnast vertikaaltasapinnani on liikumisülesandeks saavutada maksimaalne hoog, anda ühtlasi rööbastele võimalikult suurema elastsusjõu potentsiaali. Puusaliigest ümbritsevad lihased, mis teos-tavad süsteemi **kere + alajäsemed** koordineeritud ümberpaiknemist, loovad oma aktiivsusega võimaluse suunata süsteemi liikumist soovi-tud eesmärgi saavutamisel. *M. rectus femoris*'e kontraktsioon liiku-mise algasendites 1—5 hoiab kere ning jalad fikseeritult (jäiga süsteemina), järgnev *m. gluteus*'e aktiivsus tagab süsteemi mas-side ümberpaiknemise eesmärgiga suunata liikumisest tekkiv jõu-impulss vertikaalselt olavöö kaudu rööbastele ning venitada eel-nevalt jala painutajalihase *m. rectus femoris*'e lihaskiude järgnevaks kontraktsiooniks. Rööpale mõjuva vertikaalsuunalise jõukom-ponendi väärtus hakkab kasvama (joon. 2 — tensogramm), *m. rectus femoris*'e aktiivsuse ajal säilitab see teatud platoo ning saavutab maksimaalväärtuse 0,012 sekundit pärast kere-jalgade poolt vertikaaltasapinna läbimist. Antud fenomen langeb ühte *m. gluteus maximus*'e bioelektrilise aktiivsusega ning kajastub ka masskeskmesse mõjuvate jõudude mooduli ja suuna muutumisega ning keha liikumise üleminekuga kulgevaks (asendid 12—14). Seega jalgade poolt kogutud kineetiline energia kantakse üle süs-teemi **kere + alajäsemed** liikumisele, fikseerides ühtlasi kere ning jalad jäigaks süsteemiks, tagades sellega keha pöörleva liikumise ülemineku sirgjoonelisele trajektoorige 6. Antud fakti ei ole või-malik seletada kirjanduses esineva seisukohaga jalgade pidurda-vast tegevusest rööbaste tasapinna lähimisel. *M. rectus femoris*'e aktiivsus algab uue, maksimaalse intensiivsusega pärast *m. glu-*

*teus maximus'*e aktiivsust, säilitades kontraktsiooni kuni tõusu sooritamiseni.

Keha tõusule aitab kaasa rööbaste elastsusenergia ärakasutamine, millega kaasneb käte lihaste kontraktsioon, *m. triceps brachii* aktiivsus.

Aktselergograafi poolt registreeritud kiirenduse mooduli väärtuste muutumine on seotud kere kui süsteemi kesksamale liikmele mõjuvate jõududega. Jala painutaja- ja sirutajalihaste aktiivsusperioodide vahedumine kajastub aktselergogrammil vastavate tõusude ja langustega. Eriti iseloomulikult väljendub see vertikaaltasapinna läbimisel. Jalgade aktiivne painutus puusaliigesest kutsub esile kere kiirendusmooduli languse minimaalväärtuseni (joon. 2, kaadrid 13—15). Järgnev kiirenduse kasvamine kinnitab eespool toodud seisukohta võimalusest reguleerida süsteemiosade energetilist vahekorda.

Aktselergograafi poolt registreeritud kiirenduse moodul (joon. 2) väljendab kere liikumise iseloomu, olles seotud keha kui süsteemi tervikliku käitumisega.



Joon. 3. 1 — tensogramm, *m. rectus femoris*, 3 — *m. gluteus maximus*, 4 — *m. triceps brachii*, 5 — *m. deltoideus*, 6 — *m. biceps brachii*, 7 — *m. latissimus dorsi*, 8 — kinokaamera katkesti.

Elektromüogrammide ja tensogrammi näidud osutuvad kahe erineva sooritamise võrdlusel objektiivseks kriteeriumiks, näidates väljakujunenud vilumuse erinevaid realiseerimismehhanisme, võimleja oskust kasutada sisemisi ja väliseid jõude liikumise eesmärgi saavutamiseks. Joonisel 3 on toodud algaja võimleja puhul harju-

tuse sooritamisel registreeritud elektromüogrammid ning tenso-gramm. Harjutuse algaasides puudub algajal oskus rakendada *m. rectus femoris*'e ja *m. gluteus maximus*'e kontraktsioonijõudu (joon. 3, kaadrid 1—9). Algaja ja meistersportlase elektromüogrammi võrdlemisel ilmneb oluline erinevus lihaste bioelektrilise aktiivsuse ajalise kontsentreerituses. Algajal võimlejal on vaadeldavad lihased harjutuse sooritamise vältel pidevalt aktiveeritud, puudub meistrile iseloomulik faasiline diferentseeritus. Tensogrammi kõvera väärtus saavutab maksimumi vertikaaltasapinna läbimisel (kaadrid 11—13), see erineb kõrge kvalifikatsiooniga võimleja sooritamise analoogilisest näitajast. Antud küsimuse lahendamine nõuab täiendavat uurimust ning ei kuulu käesoleva töö ülesannete hulka.

### Järeldused

1. Võimlemisharjutuste tehnika optimaalsuse hindamisel ei piisa liikumise välise pildi analüüsist, vaid tuleb peale selle määrata ka liigutuste funktsionaalse süsteemi struktuuri peegeldavad biomehaanilised tunnusjooned.

2. Kinotsüklograafilisel meetodil saadud algandmetest elektronarvutusmasinatele arvutatud biomehaanilised tunnusjooned (sportlase masskeskme trajektoor, kehaosade liikumisel tekkivate inertsjõudude vektorid jt.) võimaldavad hinnata võimlemisharjutuste tehnikat objektiivsete arvuliste kriteeriumide alusel.

3. Lihasantagonistide — *m. rectus femoris*'e ja *m. gluteus maximus*'e koordineeritud aktiivsus võimlemisharjutuste sooritamisel tagab biokinemaatilise ahela — pea, kere, alajäsemed — energgeetiliselt kindlustatud liigutusülesande täitmise ning on üheks oluliseks koordinatsioonielemendiks.

4. Elektromüograafiline, aktselergograafiline ja tensograafiline uurimismeetod sisaldab informatsiooni, mille lahtimõtestamine osutub väärtuslikuks koos kinotsüklograafilise meetodiga ning täiendab viimast.

5. Lihastöö iseloomu kajastumine aktselergogrammidel ja tensogrammidel lubab nimetatud vahendeid kasutada treeningprotsessis kiire informatsiooni näitajatena.

### KIRJANDUS

1. Ч х а и д з е Л. В. Основные задачи изучения координации произвольных движений человека с биофизической точки зрения, — Биофизика, 1960, вып. 1, стр. 99—102.
2. У к р а н М. Л. Система подготовки ведущих советских гимнастов в свете современных представлений. — В сб. Гимнастика, М., 1971, стр. 5—9.
3. Д о н с к о й Д. Д. Принципы движений в биомеханике спорта. — Теория и практика физической культуры, 1968, стр. 11—12.

4. Гавердовский Ю. К. Упражнения на брусках. В кн.: Техника гимнастических упражнений. (под ред. М. Л. Украна), М., 1967, стр. 78—79.
5. Vain, A. Liigutuste biomehaanikast toeta olekus. — Väitekirj pedagoogikakandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. Tartu, 1969, lk. 39—58.
6. Torm, R. Võimlemiselementide tehnika kompleksne biomehaaniline ja elektrofüsioloogiline uurimine. XIII vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents (sportliku treeningu probleemid), 1971, lk. 26—29.
7. Вайн А. А. О методике биомеханического анализа техники физических упражнений, совершаемых в одной плоскости. Сообщение I. — Уч. зап. Тартуского ун-та. Труды по физкультуре, вып. VI, Тарту, 1975, стр. 172—189.
8. Мартовский А. Н. Обучение технике гимнастических упражнений. В кн.: Филиппович В. И., Мартовский, А. Н., Сергиевская. — Обучение и тренировка юных гимнастов. М., 1965, стр. 150—153.
9. Мартовский А. Н. Упражнения на брусках. В кн.: Теория и практика гимнастики. (под ред. В. И. Филиппова) М., 1971, стр. 336—337.
10. Dongry, D. Upper arm swinging forward. — The Modern Gymnast Magazine, 1970, March, pp. 19—20.
11. Torm, R. Lihastöö koordineerimine ja võimlemisharjutuste tehnika. — «Kehakultuur», 1971, nr. 15, lk. 468—469.
12. Torm, R., Zinovski, A. V., Sidhu, L. S. Mõningate akrobaatiliste harjutuste kinemaatilise ja dünaamilise struktuuri analüüs. XIII vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents (sportliku treeningu probleemid). 1971, Tartu, lk. 35—46.

## О ВЗАИМОСВЯЗИ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ГИМНАСТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ

Р. Торм, А. Вайн

Резюме

При исследовании закономерностей управления движениями человека использованы различные методики исследования. В данной работе использована комплексная методика для исследования техники гимнастических упражнений на брусках. В эту методику включены киноциклография, тензография, акселерография и электромиография. Биомеханический анализ техники подъема махом вперед на брусках позволил оценить информативность каждой из применяемых методик, а также и названной комплексной методики в целом.

Киноциклографический метод биомеханического анализа техники физических упражнений является основным методом. Электромиография, акселерография и тензография дают при синхронном применении с киноциклографией ценную дополнительную информацию, позволяющую открыть закономерности координационных механизмов мышечной и двигательной деятельности спортсмена.

# **A BIOMECHANICAL AND ELECTROMYOGRAPHIC STUDY OF GYMNASTIC MOVEMENT**

**R. Torm, A. Vain**

## **S u m m a r y**

The aim of this study was to analyze the performance of the forward rise on the parallel bars by complex methods of mechanics and electrophysiology.

The best performance of the forward rise is based on the rational use of muscular force, gravitational pull and the resilience of bars.

The rational use of the energy obtained from the preliminary movement for the rise depends on the action of the muscles of the shoulder girdle, arms and the antagonistic muscles of the hip joint. The aim of the antagonistic muscles is to conduct the motion of the body in several parts.

It is insufficient to study the gymnastic movements by cinematography, some supplementary study of muscular structure and kinesiology is required.

## **SPORTLIKU TULEMUSE SÕLTUVUS KIIRUS-JÕUALASEST ETTEVALMISTUSEST TÛTARLASTEL HEITJATEL-TÕUKAJATEL**

**H. Lamp**

Kergejõustiku kateeder

Kiiruse ja jõu ettevalmistuse kõrge tase on eelduseks heade sportlike tulemuste saavutamisel paljudel spordialadel. Tänapäeval on teadlaste ja treenerite tähelepanu koondunud sellele, et uurida sportlaste lihaspingutuse kiiruse ja jõu omavahelisi seoseid. Uurimused on näidanud, et kiiruse ja jõu arendamise ratsionaalne meetodika noorukieas võib saada baasiks edasisele spetsialiseerumisele (1—7).

Käesolevas töös kasutati korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi kiirusliku jõu ettevalmistuse näitajate ja sportlike tagajärgede vaheliste seoste väljaselgitamiseks.

### **Metoodika**

Vaatlusalusteks olid 21 tütarlast heitjat-tõukajat vanuses 15—18 aastat.

Vaatluse alla võeti järgmised näitajad:

- 1) antropomeetrilised (pikkus, kaal, õlavarre, küünarvarre, reie ja sääre pikkused) mõõdud;
- 2) vanus;
- 3) kiirus (30 m jooks madallähtest);
- 4) kiiruslik jõud (hoota kolmikhüpe);
- 5) dünaamiline jõud (alt-eest kuulivise, kangi surumine selili-asendist, sügavkukk koos kangiga tagajärje peale);
- 6) staatiline jõud (küünarliigeste painutajalihaste, õlaliigeste sirutajalihaste, hüppeliigeste taldmiste painutajalihaste ja puusaliigeste sirutajalihaste absoluutne jõud), määratuna H. Ungeri
- (8) modifikatsioonis;



- 7) suhteline jõud (lihaste rühmade staatiline absoluutne jõud jagatud kehakaaluga);
- 8) lihaste rühmade jõumomendid (lihaste rühmade poolt arendatud staatilise jõu suurus korrutatud vastava õla pikkusega). Sportlikuks tagajärjeks võeti kergejõustiklase spetsiaalala parim tulemus, mis oli saavutatud kahe viimase või kahe mõõtmisele järgnenud kuu jooksul. Sportlik tulemus väljendati punktitableti alusel (9).

Tulemused töötati läbi matemaatilis-statistiliste meetodite abil elektronarvutil «Minsk 32». Arvutati välja aritmeetilised keskmised ja nende standardhälbed, korrelatsioonimaatriks, regressioonivalemi kordajad ja mitmese korrelatsiooni kordaja R.

Korrelatsioonikoefitsiendi usutavust hinnati statistiliste tabelite (10) alusel ( $p < 0,05$ ). Antud töös piirduti lineaarse mudeliga.

### Tulemused

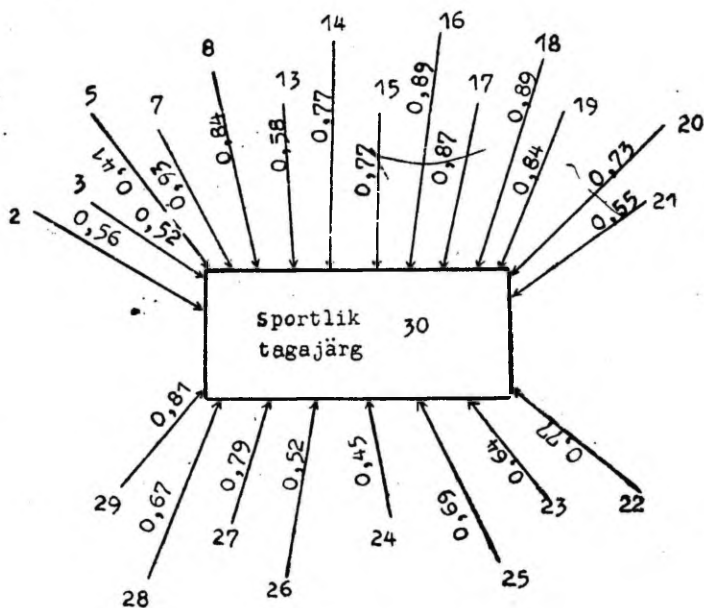
Tabelis 1 on toodud kõigi näitajate aritmeetiliste keskmiste suurused koos nende standardhälvetega.

Tabel 1

Näitaja	M ± S
1. Pikkus	170 ± 4,2 cm
2. Kaal	65 ± 6,1 kg
3. Vanus	16 ± 1,6 a.
4. 30 m jook	5,1 ± 0,2 s
5. Hoota kolmik	666 ± 42 cm
6. Step-test	85,8 ± 7,3
7. Alt-eest kuulivise	1105 ± 150 cm
8. Kangi surumine	38,6 ± 6,4 kG
9. Sügavkükk kangiga	75 ± 11 kG
10. Olavarre pikkus	29 ± 1,4 cm
11. Küünarvarre pikkus	26 ± 1,2 cm
12. Reie pikkus	46 ± 3,0 cm
13. Sääre pikkus	44 ± 1,9 cm
14. Küünarvarre lihase absol. jõud	62 ± 21,4 kG
15. Küünarvarre lihase jõumoment	1594 ± 750 kG · cm
16. Olavarre lihase absol. jõud	63 ± 19,1 kG
17. Olavarre lihase jõumoment	1833 · 610 kG · cm
18. Küünarvarre lihase absol. jõud + olav. lihase absol. jõud	127 ± 37,9 kG
19. Küünarvarre lihase + olav. lihase jõumoment	3380 ± 1099 kG · cm
20. Põia taldmiste painutajalihaste absol. jõud	284 ± 61,0 kG
21. Põia taldmiste painutajalihaste suhtel. jõud	4,4 ± 0,8 kG/kg

22. Puusa sirutajalihaste absol. jõud	211±38,2 kG
23. Puusa sirutajalihaste suhtel. jõud	3,2±0,5 kG/kg
24. Puusa sirutajalihaste jõumoment	8869±3259 kG·cm
25. Põia taldmiste painutajalihaste absol. jõud + puusa sirutajalihaste absol. jõud	487±100,7 kG
26. Põia taldmiste painutajalihaste suhtel. jõud + puusa sirutajalihaste suhtel. jõud	7,5±1,2 kG/kg
27. Absol. jõudude summa, suhtel. jõudude summa	614±130 kG
28. Suhtel. jõudude summa	9,4±1,6 kG/kg
29. Jõumomentide summa	12750±3835 kG·cm
30. Sportlik tagajärg	800±104 punkti

Korrelatsioonikordajate maatriksist selgub terve rida statistiliselt usutavaid seoseid sportliku tulemusega (joonis nr. 1).



Joon. 1. Statistiliselt usutavad korrelatiivsed seosed (r-i väärtused on esitatud radiaaljoontel, üksiknäitajate radiaaljoonte alguses olevad numbrid tähistavad üksiknäitajate järjekorda tabelis 1) vaadeldud näitajate ja sportliku tagajärje vahel.

Väga tugev korrelatiivne seos on tulemuse ja dünaamilise jõu näitajate vahel (kangi surumine selili asendist  $r=0,84$  ja alt-eest kuulivise  $r=0,93$ ). See õigustab vastavate harjutuste kasutamist kontrollharjutustena erialase kehalise ettevalmistuse määramisel heitjatel-tõukajatel tütarlastel.

Staatilise jõu andmete analüüsis selgus, et üksikute lihaste gruppide absoluutse jõu näitajate ning tagajärje vahel kõiguvad korrelatsioonikordajad  $0,59—0,89$ , suhtelise jõu näitajate ja tagajärje vahel aga  $0,52—0,67$ .

Lihaste rühmade jõu summa on tulemusega küllalt tugevas korrelatsioonis ( $r=0,79$ ). Sama võib öelda ka lihaste gruppide poolt arendatavate jõumomentide kohta ( $r=0,81$ ).

Kui dünaamilise jõu ja tagajärje vahel esines väga tugev korrelatsioon, siis üksikute lihaste gruppide staatilise jõu ja tagajärje vahel on see väiksem. Sellest võib järeldada, et madalama kvalifikatsiooniga sportlased ei suuda vastaval heitealal rakendada kõiki jõuvarusid. Seepärast on treenerite esmaseks ülesandeks õpetada sportlasi sportliku põhivilumuse kujundamisel õigesti kasutama oma lihaste jõudu.

Tagajärje sõltuvust põhilistest näitajatest iseloomustab regressioonivõrrand:

$$y = 12,79 x_3 + 0,44 x_7 + 4,61 x_8 - 74,05 \pm 30,06,$$

kus  $x_3$  — sportlase vanus,

$x_7$  — alt-eest kuulivise,

$x_8$  — kangi surumine selili.

Mitmese korrelatsiooni kordaja on antud võrrandil  $R=0,96$ , mis näitab tulemust määrava mitmese faktori seose tugevust faktilise tulemusega. Mitmese determinatsiooni kordaja  $R^2=0,92$ . Siit järeldub, et antud võrrandis valitud näitajad kirjeldavad tagajärje üldisest varieeruvusest 92%. Määramata jäävad muutused 8% ulatuses.

Töös kasutati mitmese determinatsiooni kordaja  $R^2$  lahutamist osamõjude summaks (11). See selgitab, millistel valitud näitajatest on iseseisev mõju ja millised näitajate seosed tagajärjega ilmnevad teiste kaudu. Ülesande täitmiseks kasutati algebralist samastust:

$$R^2 = \sum_{i,j=1}^n \beta_i^2 + 2 \sum_{i,j=1}^n \beta_i \beta_j r_{ij},$$

kus  $R^2$  on võrrandi standardkordaja;  $r_{ij}$  on paariskorrelatsiooni koefitsient;  $\beta^2$  iseloomustab vastava näitaja  $x_i$  puhasmõju ning korutis  $2\beta_i \beta_j r_{ij}$  näitajate  $x_i$  ja  $x_j$  koosmõju tagajärjele.

Saadud tulemused on esitatud tabelis 2.

Tabelist 2 selgub, et tagajärje üldisest varieerumisest 79% on kirjeldatav alt-eest kuuliviske tulemusega, kusjuures selle näitaja

Tabel 2

Näitajad	Vanus	Alt-eest kuulivise	Kangi surumine selili-asendis	Koos-mõju	Suhteline puhasmõju	Determinatsiooni-kordaja
	$x_3$	$x_7$	$x_8$			
$x_3$	x	0,10	0,03	0,13	0,04	0,17
$x_7$	0,10	x	0,28	0,38	0,41	0,79
$x_8$	0,03	0,28	x	0,31	0,08	0,39

suhteline puhasmõju on 41% ning koosmõju teiste näitajatega 38%.

Suhteliselt väike on sportlase vanuse ja selili kangi surumise suhteline puhasmõju tagajärjele (vastavalt 4% ja 8%).

Kangi surumise koosmõju alt-eest kuuliviske ja vanusega on aga juba 31%. Seega mõjutab kangi surumine võistlustulemust põhiliselt seetõttu, et kuulivise on seoses võistlustulemusega. Selisele järeldusele ei jõuaks kuidagi ainuüksi korrelatsioonianalüüsiga ( $r_{8,30}=0,84$ ).

Kuigi tagajärje ja vanuse vaheline korrelatiivne seos ei ole tugev ( $r_{3,30}=0,52$ ), siis esineb vanus ometi regressioonivõrrandis. Tema sissetoomine suurendab mitmese determinatsiooni kordajat 2% võrra. Seega on vanusel otsene mõju tagajärjele. Samal ajal ei pääse regressioonivõrrandisse sisse paljud näitajad, mille paaris-korrelatsiooni koefitsient tulemusega on tunduvalt suurem (joonis 1). Põhjus on selles, et mitmed jõunäitajad mõjutavad tagajärge seliliasendis kangi surumise ja kuuliviske seose tulemuse kaudu. Nende jõunäitajate sissetoomine regressioonivõrrandisse ei tõstaks oluliselt mitmese determinatsiooni kordajat.

Üldiselt õpetab regressioonianalüüs meid valima kontrolltestideks selliseid harjutusi, millel on otsene mõju tagajärjele. Paaris-korrelatsiooni kordajat võib kasutada ainult näitajatevaheliste seoste iseloomustamiseks.

Nagu selgub antud tööst, ei ole vaja mõõta nii tohutul arvul jõunäitajaid selleks, et nende põhjal ennustada tagajärge. Piisab paarist erineva iseloomuga, kuid õigesti valitud mõjufaktorist.

### Järeldused

1. Töös kasutatud dünaamilise jõu näitajaid (kangi surumine selililamangus ja alt-eest kuulivise) võib kasutada kontrollharjutustena tütarlastel heitjatel-tõukajatel.

2. Seoste leidmiseks tagajärje ja kehalise ettevalmistuse näitajate vahel on vajalik korrelatsioonanalüüsi täiendada regressioonanalüüsiga.

#### KIRJANDUS

1. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. ФИС, М., 1970.
2. Зациорский В. М. Физические качества спортсмена, ФИС, М., 1970.
3. Комарова А. Д. Зависимость спортивного результата от уровня физических качеств. — Теория и практ. ф. к. 1970, 9, стр. 8—12.
4. Кузнецов В. В. Силовая подготовка спортсменов высших разрядов. ФИС, М., 1970.
5. Методика оценки физической подготовленности спортсмена. Под общ. ред. А. В. Коробкова, ФИС, М., 1963.
6. Скоростно-силовая подготовка юных спортсменов. Под. общ. ред. В. П. Филина. ФИС, М., 1968.
7. Федоров О. В. Развитие скоростно-силовых качеств. — Теория и практика ф. к. 1963, 3, стр. 72—74.
8. Unger, H. Kuidas lihtsalt ja täpselt jõudu mõõta. — Kehakultuur, 1966, nr. 7, lk. 532.
9. Mitmevõistluse punkttabelid. ENSV Ministrite Nõukogu ja Kehakultuuri- ja Spordikomitee. Tallinn, 1970.
10. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики М., 1965.
11. Saukas, O. Töövõimetus ja majandussuhete täiustamine kolhoosides. Tallinn, 1968.

### ЗАВИСИМОСТЬ СПОРТИВНОГО РЕЗУЛЬТАТА ОТ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ У ДЕВУШЕК — МЕТАТЕЛЬНИЦ

Х. Ламп

Резюме

У 21 девушки-метательницы (возраст 15 лет, II и III разряд) определяли основные антропометрические показатели и проводили комплекс силовых тестов. Результаты были обработаны с помощью корреляционного и множественного регрессионного анализа. Выяснилось, что наилучшим тестом специальной силовой подготовки у девушек-метательниц является бросок ядра снизу вперед. Результаты этого теста совместно с результатами жима штанги лежа позволяют описывать 92% от общей вариации результата соревнований.

# **DEPENDENCE OF SPORT RESULTS OF GIRL-THROWERS ON STRENGTH**

**H. Lamp**

## **S u m m a r y**

An anthropometric measurement of 21 girl-throwers (15—18 years old) and a complex of strength tests on them was carried out. Data were analyzed by correlative and multi-regressional analyses. It turned out that the throw of the shot from below forward is the best test of special strength. The results of that test together with those of a press of bar in recumbent position and age will describe. 92 per cent of all variations of the results of competition.

## **ПОВТОРЯЕМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОБЫ ЛЕТУНОВА И ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА**

**Э. А. Виру**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория по основам  
мышечной деятельности

Выработка метода исследования, примененного как в научных, так и практически прикладных целях, не заключается лишь в предложении определенного способа регистрации, но обязательно также в выяснении валидности его. Это положение не может вызвать сомнений, но все-таки в отношении методов функциональной диагностики нередко основные характеристики валидности метода остаются неизвестными.

Наиболее простым, но в то же время весьма информативным способом изучения валидности научных методов является выяснение его повторяемости. Используя этот способ [1], указывали на слабую повторяемость результатов пробы Летунова. При повторении пробы в идентичных условиях варьировала степень повышения частоты пульса в пределах 15%, максимальное давление в пределах 12%, степень изменения минимального давления варьировала в пределах 10%.

Это может быть обусловлено не очень четкой регистрацией динамики артериального давления (давление измеряется всего лишь 1 раз в минуту).

В настоящей работе была вновь изучена повторяемость результатов пробы Летунова, причем артериальное давление измеряли 6 раз в минуту.

Изучалась также повторяемость результата Гарвардского степ-теста.

### **Методика**

У 14 студентов физкультурного факультета дважды проводили пробу Летунова и Гарвардский степ-тест. Все исследования проводились утром с 8 до 10 часов. Идентичность условий наблюдения определялись по анамнезу (самочувствие, наличие жалоб,

завтрак до наблюдения, длительность сна в предыдущую ночь, двигательная активность и тренировочная нагрузка в предыдущий день). Промежуток между двумя наблюдениями равнялся одной неделе. В дополнение к стандартной методике проведения пробы Летунова [2, 3] и Гарвардского степ-теста [4] производилось определение артериального давления 6 раз в минуту и определение пульс-суммы восстановления.

На основании полученных результатов высчитали стандартное отклонение и коэффициент вариации данных двух наблюдений по следующим формулам:

$$\delta_d = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

$$К.В. = \frac{\delta_d \cdot 100}{\bar{x}},$$

где  $\delta_d$  и К. В. — соответственно стандартное отклонение и коэффициенты вариации между данными двух наблюдений,  $d$  — разность между результатами двух наблюдений,  $\bar{x}$  — арифметическое среднее.

### Результаты исследования

Установленная вариабельность данных повторных наблюдений представлена в таблице в виде стандартного отклонения и коэффициента вариации. Высокая повторяемость результатов отмечалась в отношении изменений частоты сокращений сердца при 20 приседаниях, 15-секундного бега на месте и при Гарвардском степ-тесте. Величины коэффициента вариации равнялись соответственно: 5,4%, 6,8% и 5,9%. Более высокой оказалась вариабельность изменений частоты пульса при 3-минутном беге на месте (11,8%). Высокая повторяемость наблюдалась также в отношении величин пульс-суммы восстановления (К. В. в пределах от 5,4 до 7,9%).

Вариабельность в наивысших величинах максимального артериального давления была почти такая же (5,3—8,2%), как в изменениях частоты пульса. Величины максимального артериального давления на 40-ой секунде после окончания работы (стандартное время определения артериального давления при пробе Летунова) выявили несколько более высокую вариабельность (6,1—9,8%), чем наивысшие величины максимального артериального давления.

Практически неповторяемыми оказались изменения минимального давления (коэффициенты вариации в пределах от 14 до 75%).

Хорошая повторяемость выявилась в индексе Гарвардского степ-теста ( $\bar{x} = 92 \pm 1,4$ ,  $\delta_x = 6,2$ , К. В. = 6,7%).



Таблица

Частота пульса после нагрузки		Максимальное арт. давление		Минимальное арт. давление		Сдвиг минимального давления от исходного		Пульс — сумма восста- новления
		наивысший уровень	через 40 сек после работы	непосред- ственно после работы	через 40 сек после работы	непосред- ственно после работы	через 40 сек после работы	
20 приседаний								
$\bar{x} \pm m$	105 ± 2,5	142 ± 2,8	136 ± 3,0	51 ± 5,0	70 ± 3,8	-28 ± 4,8	-8 ± 1,4	236 ± 4,5
$S_d$	7,1	9,8	8,3	18,3	17,9	21,1	9,4	15,9
К.В.	6,8%	6,9%	6,1%	35,6%	25,5%	75,4%	85,0%	6,7%
15-секундный бег								
$\bar{x} \pm m$	122 ± 2,7	150 ± 3,1	145 ± 3,6	29 ± 5,9	59 ± 4,0	-50 ± 5,9	-20 ± 3,9	258 ± 5,1
$S_d$	6,6	12,4	14,2	12,9	9,2	18,8	11,1	13,9
К.В.	5,4%	8,2%	9,8%	44,4%	15,6%	37,5%	55,5%	5,4%
3-минутный бег								
$\bar{x} \pm m$	112 ± 3,8	150 ± 2,9	143 ± 3,0	56 ± 5,5	73 ± 3,7	-19 ± 5,0	-5 ± 4,3	258 ± 6,5
$S_d$	13,3	9,5	11,5	19,4	10,2	14,0	13,8	20,4
К.В.	11,8%	6,4%	8,0%	34,5%	14,0%	73,7%	274,0%	7,9%
Степ-тест								
$\bar{x} \pm m$	166 ± 2,3	177 ± 3,9	171 ± 3,7	17 ± 5,9	36 ± 7,0	-62 ± 6,7	-41 ± 7,0	360 ± 4,7
$S_d$	9,7	9,4	11,0	5,2	15,0	21,0	16,6	21,5
К.В.	5,9%	5,3%	6,4%	30,5%	41,5%	33,7%	40,5%	5,9%

## Выводы

Изменения частоты пульса и максимального артериального давления при пробе Летунова и Гарвардского степ-теста отличаются хорошей повторяемостью, тогда как изменения минимального артериального давления практически не репродуцируемы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мах Я. Метод количественной оценки комбинированной функциональной пробы Летунова. — Спортивная медицина. Труды XII Юбилейного международного конгресса. М., 1959, стр. 143—146.
2. Летунов С. П. Комбинированная функциональная проба сердечно-сосудистой системы на скорость и на выносливость. — Теория и практика ф. к. 1937, 4, стр. 360—369.
3. Летунов С. П., Мотылянская Р. Е. Врачебный контроль в физическом воспитании. М., Ф. и С., 1951.
4. Brouha, L. The step-test. A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young man. — Res. Quart. 1943, 14, 31—36.

## LETUNOVI PROOVI JA HARVARDI STEP-TESTI TULEMUSTE REPRODUTSEERITAVUS

E. Viru

Resümee

14 Kehakultuuriteaduskonna üliõpilast sooritasid nädalase intervalli järel kaks korda Letunovi proovi ja Harvardi step-testi. Kordusvaatluste tulemuste vahel registreeritud ruuthälbed ja variatsioonikoefitsiendid tõid esile südame löögisageduse ja maksimaalse vererõhu muutuste hea reprodutseeritavuse. Minimaalse vererõhu muutused jäid praktiliselt mitte reprodutseeritavaks.

## ACCURACY OF THE RESULTS OF THE LETUNOV TEST AND HARVARD STEP-TEST

E. Viru

Summary

14 physical culture students performed twice the Letunov test and the Harvard step-test. The time interval between repetitions was a week. The obtained standard deviations and variation coefficients between the results of the two performances showed a good reproductability of the heart rate and maximal blood pressure changes. The minimal blood pressure alteration were practically not reproducible.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ АЭРОБНОЙ И АНАЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗМА**

**Я. П. Пярнат, А. А. Виру**

Кафедра физиологии спорта

При обработке данных медико-биологических исследований пользуются многими математическими методами: как корреляционным, так и регрессионным анализами. При этом в физиологии спорта гораздо меньше внимания уделяют факторному анализу. В настоящей работе представляются результаты применения факторного анализа для обработки данных, характеризующих аэробную и анаэробную работоспособность как у спортсменов, так и у неспортсменов.

### **Методика**

Исследования проведены на 22 бегунах на средние и длинные дистанции и на 16 лицах, не занимающихся спортом. Средние антропометрические данные и показатели внешнего дыхания представлены в таблице I. Все исследуемые совершали на велоэргометре работу, мощность которой повышалась через каждые две минуты на 50 ватт. Нагрузка начиналась со 150 вт, темп педалирования — 75 об/мин.

Непрерывно регистрировали частоту сердечных сокращений и электрокардиограмму. Методом Дуглас-Хольдена определяли газообмен. Пробы вдыхаемого воздуха собирали в мешки Дугласа перед работой и в течение последних 30 секунд каждой нагрузки. Для определения кислородного долга после окончания работы собирали выдыхаемый воздух в течение 5 минут.

Определяли также объем сердца флюорографическим методом [5],  $PWC_{170}$  и вычисляли ватт-пульс. (отношение предельной мощности на частоту сокращений сердца). Для оценки алактической анаэробной работоспособности мышц пользовались методом Р. Маргария [3].

Перед началом работы и после окончания ее, на 2—4-й минуте восстановления брали пробы капиллярной крови. Показатели кислотно-щелочного баланса определяли по микрометоду Аструпа [1]. Процент гемоглобина определяли эритрогемометром.

Дополнительно к общему анализу полученных данных [4] были вычислены коэффициенты корреляции между всеми найденными показателями. Корреляционная матрица была в дальнейшем проработана факторным анализом [2].

## Результаты исследования и их обсуждение

Показатели аэробной и анаэробной работоспособности и объема сердца приведены в таблице 1. По сравнению с лицами, не занимающимися спортом, у бегунов существенно более высоким оказалось максимальное потребление  $O_2$ , максимальное выделение  $CO_2$ , отношение объема сердца на кг веса тела, отношение объема сердца на кислородный пульс, ватт-пульс,  $PWC_{170}$ , величина относительного кислородного долга и анаэробная мощность мышц ног.

В группе спортсменов факторный анализ выявил пять факторов. В таблице 2 приведены показатели, имеющие существенный вес в отношении этих факторов. Очевидно, первый фактор характеризует взаимосвязь с общей тренированностью спортсмена. На основе этого первый фактор можно назвать фактором общей физической подготовки. Этим фактором выделяется следующий комплекс признаков общей тренированности: пониженная частота сокращений сердца во время нагрузок, высокие величины жизненной емкости легких, пневмотахометрии при входе, процента гемоглобина,  $PWC_{170}$ , ватт-пульса, предельной вентиляции легких во время работы, максимального потребления  $O_2$ , максимального кислородного пульса, объема сердца, кислородного долга и аэробной мощности мышц ног. Соответствующие взаимосвязи подчеркивают, что наряду с большими функциональными способностями сердечно-сосудистой и дыхательной систем большое значение имеет и согласованность уровней развития основных параметров этих систем.

Второй фактор характеризует взаимосвязи между показателями аэробной работоспособности. На этот фактор хорошей аэробной работоспособности указывают, кроме максимального потребления кислорода, и более высокие показатели вентиляции легких, максимум кислородного пульса и отношения объема сердца к кислородному пульсу.

В этой группе взаимодействий отсутствуют показатели, связанные с анаэробными процессами. Исходя из этого можно полагать, что в условиях повышающихся нагрузок высокие величины выделения  $CO_2$  обуславливаются, в первую очередь, за счет аэ-

Таблица 1

## Средние антропометрические и физиологические показатели у исследуемых

Показатели	Бегуны	Неспортсмены	Разница Р
Рост, см	177,7±1,2	178,6±2,0	>0,1
Вес, кг	68,1±1,5	73,9±1,4	<0,05
Возраст, гг	21,4±0,8	24,1±0,9	<0,05
ЖЕЛ, мл	5864,5±171,2	5653,1±120,3	<0,1
МВЛ, л/мин	177,9±7,7	185,0±8,2	>0,1
Пневмотахометрия при вдохе, л/сек	7,4±0,5	7,7±0,4	>0,1
АОС, мл	904,4±26,7	869,0±25,3	>0,1
ООС, мл/кг	13,01±0,40	11,79±0,38	<0,05
АОС : O <sub>2</sub> пульс макс.	38,55±1,43	46,11±2,14	<0,01
Ватт-пульс	1,79±0,03	1,55±0,04	<0,01
O <sub>2</sub> долг, л	4,06±0,23	3,02±0,24	<0,01
АН мощность, м/сек	1,60±0,03	1,39±0,05	<0,01
PWC <sub>170</sub> , кгм	1663,6±61,6	1443,0±62,6	<0,05
МПК, л/мин	4,300±0,140	3,527±0,157	<0,01
МПК, мл/кг мин	61,79±1,97	47,95±2,31	<0,01
МВУ, л/мин	4,053±0,189	3,554±0,222	<0,01

Примечание: использованные сокращения:

- ЖЕЛ — жизненная емкость легких
- ПН — пневмотахометрия
- ЧСС — частота сердечных сокращений
- МОД — минутный объем дыхания
- МПК — максимальное потребление O<sub>2</sub>
- МВУ — максимальное выделение CO<sub>2</sub>
- АОС — абсолютный объем сердца
- ООС — относительный объем сердца
- ВЕ — «base excess» или излишек оснований
- ВВ — «buffer base» или буферные основания
- ПК — потребление O<sub>2</sub>
- ВУ — выделение CO<sub>2</sub>

робной энергопродукции, а не за счет усиленного высвобождения CO<sub>2</sub> от буферных систем при нейтрализации недоокисленных метаболитов.

Третий фактор характеризует взаимосвязи между показателями анаэробной работоспособности. Выяснилось, что более высокий кислородный долг возникает у тех спортсменов, у которых мощность мышц больше, а показатели газового обмена и частоты пульса во время последней нагрузки более высокие. Заслуживает внимания в этом комплексе наличие взаимосвязей максимального

Результаты факторного анализа у бегунов

Фактор I	Фактор II	Фактор III	Фактор IV	Фактор V
Вес	МОД макс.	% Hb	ЧСС макс	% Hb <sub>перед</sub>
0,669	0,419	—0,563	0,438	—0,453
МОД макс.	ПК 200 вт	ЧСС 200 вт	МВУ	pH <sub>перед</sub>
0,446	0,459	—0,682	—0,457	0,561
ПН вдох	МПК	МПК	ООС	BE <sub>перед</sub>
0,633	0,834	—0,495	—0,414	0,498
ЖЕЛ	O <sub>2</sub> -пульс макс.	МВУ	Ан. мощность мышц	ЧСС 200 вт
0,475	0,556	—0,530	0,802	0,491
% Н		O <sub>2</sub> — долг	Длина дистанции	
Ватт-пульс	АОС : O <sub>2</sub> -пульс макс.		—0,511	МОД 200
0,570	—0,681	O <sub>2</sub> -пульс макс.		0,578
ЧСС <sub>200</sub>				
—0,597		—0,482		МОД макс
PWC <sub>170</sub>	Ан. мощность мышц			0,458
0,571	—0,769			ПК 200 вт
МПК 0,463				0,652
O <sub>2</sub> -долг 0,478				ВУ 200 вт
O <sub>2</sub> -пульс макс.				0,505
0,676				
АОС				O <sub>2</sub> пульс
0,456				200 вт
				0,455
Ан мощность мышц				Ан. мощность мышц
0,541				—0,500
				O <sub>2</sub> -долг
				0,419

потребления кислорода, свидетельствующее об определенной синхронности развития аэробной и анаэробной работоспособности у бегунов. Этот комплекс взаимосвязей указывает также на то, что более значительное включение анаэробной энергопродукции свя-

зано с более высоким усилением функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем во время работы.

Четвертый фактор указывает на те взаимосвязи, которые наблюдаются между длиной основной дистанции бегуна и другими физиологическими показателями. Фактор «дистанции» показывает, что у представителей бега на длинные дистанции более высокие показатели объема сердца, максимального выделения углекислого газа по сравнению с бегунами по средние дистанции. У последних наблюдаются более высокие показатели частоты сердечных сокращений и анаэробной мощности мышц.

Пятый фактор характеризует взаимосвязи между показателями кровообращения и дыхания во время нагрузки 200 вт. Выяснилось, что показатели газообмена и частоты пульса при совершении нагрузки 200 вт. более высокие у тех бегунов, которые имеют более высокую анаэробную мощность мышц и меньший процент гемоглобина в покое. У этих спортсменов наблюдаются и более высокие показатели рН и излишка оснований перед работой, а возникающий кислородный долг у них самый высокий.

В группе неспортсменов факторный анализ выявил три фактора (таблица 3). Как и у спортсменов, первый фактор связан в основном с показателями, характеризующими общую физическую подготовку человека. В этот комплекс взаимосвязей у нетренированных лиц входят также частота сокращений сердца и рН в покое, и пульс-сумма восстановления. У них эти показатели более

Таблица 3

Результаты факторного анализа у нетренированных

Фактор I	Фактор II	Фактор III
ЖЕЛ -0,542 ПН вдох -0,516 рН <sub>перед</sub> -0,642 ЧСС <sub>перед</sub> 0,886 ЧСС 200 вт 0,626 ЧСС макс. 0,568  Пульс-сумма восстанов- ления 0,631 PWC <sub>170</sub> -0,602  Ватт-пульс -0,647 МОД 200 вт -0,468 МОД макс. -0,569 МПК -0,624 МВУ -0,593 О <sub>2</sub> -пульс 200 вт -0,568 О <sub>2</sub> -пульс макс. -0,711	ЧСС 200 вт, 0,619 Ватт-пульс -0,886 МОД макс. -0,574 МПК -0,485 МВУ -0,710 АОС : О <sub>2</sub> -пульс макс. 0,546	% Нб -0,608 рН <sub>перед</sub> 0,650 ВЕ <sub>перед</sub> 0,738 ВВ <sub>перед</sub> 0,697 200 вт 0,630 О <sub>2</sub> -пульс 200 вт 0,524  О <sub>2</sub> -пульс макс. 0,587  АОС : О <sub>2</sub> -пульс -0,684 макс.

вариабельны внутри группы, чем у спортсменов. У нетренированных в этот комплекс не вошли: объем сердца, величина кислородного долга и показатель анаэробной мощности мышц.

Можно полагать, что при небольшой физической подготовленности на объем сердца действуют другие факторы в большей мере, чем степень двигательной активности. Общий низкий уровень анаэробной работоспособности не позволяет, по-видимому, соответствующим показателям вступать во взаимодействия с другими показателями по общей физической подготовке. Этим объясняется также отсутствие у них фактора взаимосвязей между показателями анаэробной работоспособности.

Второй фактор характеризует взаимосвязи между показателями аэробной производительности у бегунов. Третьим фактором подчеркивается, что при совершении работы с умеренной мощностью (200 вт.) показатели газообмена и кислородный пульс повышается в большей степени у тех исследуемых, у которых перед началом работы рН, излишек оснований и буферные основания на более высоком уровне. Фактор показывает, что сдвиги газообмена в условиях работы (200 вт.) менее выражены у тех, кто имеют более высокие показатели объема сердца и максимального кислородного пульса.

У неспортсменов отсутствует «фактор дистанции», чем подчеркивается значение специфической тренировки в возникновении соответствующего комплекса взаимосвязей у бегунов.

## Выводы

1. У группы бегунов факторный анализ выявил пять факторов. Три фактора характеризуют взаимосвязи между показателями общей физической подготовки, аэробной и анаэробной производительности. Четвертый фактор характеризует взаимосвязи, которые связаны с длиной основной дистанции бегуна. Пятый фактор связан с показателями газообмена и частотой пульса при нагрузке 200 вт., а также и с другими физиологическими показателями.

2. У группы неспортсменов факторный анализ выявил три фактора, где отсутствуют «фактор дистанции» и фактор анаэробной работоспособности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Astrup, P. A simple electrometric technique for the determination of carbon tension in blood plasma, total content dioxide in plasma and bicarbonate content in reparated plasma at fixed carbon dioxide tension (40 mm Hg). — Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1956, 8, 33—43.
2. Lorenz, P. Anschauungsunterricht in Mathematischer Statistik, Leipzig 1961, 3.
3. Margaria, M., Aghemo, P., Rovelli, E. Measurement of muscular power (anaerobic) in man. — J. Appl. Physiol. 1966, 21, 162—1664.



4. Виру А. А., Пярнат Я. П. Оценка работоспособности организма при помощи нагрузок со ступенчато-повышающейся мощностью до отказа. — Теория и практ. ф. к. 1971, 34, 7, 23—26.
5. Кару Т. Э. Определение объема сердца методом масштабной съемки. — Проблемы спортивной кардиологии. М., 1967, 74—76.

## FAKTORANALÜÜSI KASUTAMINE AEROOBSE JA ANAEROOBSE TÖÖVÕIME HINDAMISEL

J. Pärnat, A. Viru

### Resümee

Hästitreenitud jooksjatel tõusvate koormuste meetodil saadud andmed töötati läbi faktoranalüüsi meetodil. Eraldusid kolm faktorit, mis iseloomustavad seoseid üldise kehalise ettevalmistuse, aeroobse ja anaeroobse töövõime vahel. Neljas faktor iseloomustas seoseid, mis on põhjustatud erinevustest jooksja võistlusdistsantsi pikkuses. Viies faktor seostus peamiselt gaasivahetuse ja südame löögisageduse näitajatega töökoormusel 200 W.

Mittetreenitud vaatlusalustel eraldusid kolm faktorit. Neil puudus «võistlusdistsantsi faktor» ja anaeroobset töövõimet iseloomustav faktor.

## USAGE OF FACTOR ANALYSIS FOR EVALUATION OF AEROBIC AND ANAEROBIC WORKING CAPACITY

J. Pärnat, A. Viru

### Summary

The results obtained on trained runners by the method of increased loads were analyzed by the method of factor analysis. Three factors characterized the interrelationships between general working capacity, aerobic working capacity and anaerobic working capacity. The fourth factor characterized the interrelationships caused by the differences in the length of the competition distance. The fifth factor was connected, mainly, with gaseous metabolism indices and heart rate during the work load of 200 W.

In untrained persons three factors were obtained. They revealed neither the "competition distance factor" nor the factor of anaerobic working capacity.

## **К ВОПРОСУ ЗНАЧЕНИЯ ТРЕНИРОВАННОСТИ В ИЗМЕНЕНИЯХ ЖЕЛУДОЧКОВОГО КОМПЛЕКСА ЭКГ ПРИ СОВЕРШЕНИИ НАГРУЗОК С ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ МОЩНОСТЬЮ**

**Я. П. Пярнат, А. А. Виру**

Кафедра физиологии спорта

Использование в электрокардиографии грудных отведений по Небу открыло широкие возможности в регистрации ЭКГ в условиях физических нагрузок [1, 4, 5].

Целью настоящей работы является выяснение динамики изменений некоторых показателей ЭКГ в условиях повышающихся нагрузок у бегунов и у спортсменов.

### **Методика**

Исследовали 22 бегуна на средние и длинные дистанции и 16 спортсменов. Экспериментальной нагрузкой выбиралась работа с повышающейся через каждые 2 минуты мощностью по 50 ватт до индивидуального максимума. Работа началась с 150 ватт, с темпом педалирования 75 оборотов в минуту. Во время исследования регистрировали частоту сердечных сокращений с кардио-тахографом и через каждые 30 сек снимали электрокардиограмму в отведении  $\text{H}_1$  по Бутченко. Перед работой и после окончания ее (на 4—5 минуте восстановления) брали пробы капиллярной крови для определения содержания молочной кислоты. У исследуемых измеряли также алактическую анаэробную мощность мышц по методу Маргария [2] и определяли кислородный долг на основании потребления кислорода в течение первых 5 минут после работы. Между всеми показателями вычисляли корреляционные коэффициенты.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Данные, представляющие общую характеристику исследуемых и их работоспособности, приведены в таблице 1. Показатели

Таблица 1

## Общая характеристика исследуемых и их работоспособность

Показатели	Бегуны n=22	Неспортсмены n=16	Разница Р
Рост, см	177,7±1,2	178,6±2,0	>0,1
Вес, кг	69,1±1,5	73,9±1,4	<0,05
Возраст, гг.	21,4±0,8	24,1±0,9	<0,05
Ватт-пульс (максимальная нагрузка : максимальная ЧСС)	1,79±0,03	1,55±0,04	<0,01
Пульс-сумма восстановления, ударов	409,6±8,9	453,9±8,6	<0,01
Кислородный долг, л	4,06±0,22	3,02±0,24	<0,01
Анаэробная мощность, мышц, м/сек	1,60±0,03	1,39±0,05	<0,01
PWC <sub>170</sub> , кгм/мин	1663,6±61,6	1443,0±62,6	<0,05
Содержание молочной кислоты после работы, мг%	109,8±10,7	58,4±4,1	<0,01

электрокардиограммы и частоты сердечных сокращений приведены в таблице 2. Выяснилось, что у спортсменов наблюдается более низкая частота сердечных сокращений как перед началом работы, так и в условиях повышающихся нагрузок по сравнению с незанимающимися спортом. Восстановление частоты пульса требовало относительно меньше времени у бегунов. Средняя пульс-сумма восстановления в группе бегунов была  $409,6 \pm 8,9$  ударов, в то же время этот показатель у неспортсменов был в среднем  $453,9 \pm 8,6$ . Разница была существенная. Замедление ритма сердца свойственно для видов спорта, требующих выносливости. Причиной удержания ритма сердца, очевидно, является повышение тонуса перасимпатикуса и заторможение влияний симпатической нервной системы [1, 3, 4]. Интересно, что показатели максимальной частоты пульса были почти одинаковы у обеих групп исследуемых  $186 \pm 1,8$  и  $185,1 \pm 2,8$  уд/мин соответственно. Такие же величины максимальной частоты сокращений сердца у спортсменов наблюдали и другие авторы [3, 6, 7].

В условиях повышающихся нагрузок наблюдалось постепенное укорочение электрической систолы (рис. 1). При этом у бегунов этот показатель понижался при работе в меньшей мере по сравнению с неспортсменами. Динамика электрической систолы зависит в большей мере от частоты сердечных сокращений. При этом урежение сердечного ритма сопровождается и соответствующим удлинением отрезка Q—T. На основе корреляционного анализа можно было также установить, что у более тренированных лиц в условиях повышающихся нагрузок наблюдается отно-

Таблица 2

## Средние показатели электрокардиографии и частоты сердечных сокращений (ЧСС)

Нагрузка вт	Группа иссле- дуе- мых	ЧСС (уд/мин)	Р	Длитель- ность отрезка Q—T (сек)	Р	Высота зубца Т (mV)	Р
Перед работой	С Н	$73,8 \pm 1,8$ $91,1 \pm 3,0$	<0,01	$0,37 \pm 0,005$ $0,30 \pm 0,005$	<0,01	$1,46 \pm 0,16$ $0,96 \pm 0,16$	<0,05
150 вт	С Н	$133,5 \pm 2,6$ $142,7 \pm 2,8$	<0,05	$0,29 \pm 0,01$ $0,25 \pm 0,01$	<0,01	$1,16 \pm 0,12$ $0,81 \pm 0,10$	<0,05
200 вт	С Н	$147,7 \pm 2,8$ $160,7 \pm 3,2$	<0,01	$0,26 \pm 0,01$ $0,23 \pm 0,01$	<0,01	$1,54 \pm 0,10$ $1,02 \pm 0,15$	<0,05
250 вт	С Н	$164,7 \pm 2,7$ $175,3 \pm 3,1$	<0,05	$0,25 \pm 0,005$ $0,21 \pm 0,005$	<0,01	$1,60 \pm 0,12$ $1,17 \pm 0,16$	<0,05
300 вт	С Н	$175,1 \pm 2,6$ $185,1 \pm 2,6$	<0,01	$0,24 \pm 0,004$ $0,21 \pm 0,005$	<0,01	$1,64 \pm 0,12$ $1,15 \pm 0,18$	<0,05
350 вт	С Н	$186,3 \pm 2,4$ —		$0,22 \pm 0,004$ —		$1,66 \pm 0,12$ —	
1-ая минута восстано- вления	С Н	$163,6 \pm 2,6$ $171,2 \pm 2,4$	<0,05	$0,23 \pm 0,004$ $0,20 \pm 0,004$	<0,01	$1,86 \pm 0,12$ $1,20 \pm 0,16$	<0,01
5-ая минута восстано- вления	С Н			$0,30 \pm 0,01$ $0,25 \pm 0,01$	<0,01	$2,10 \pm 0,14$ $1,24 \pm 0,16$	<0,01

Сокращения: С — спортсмены, Н — неспортсмены.

сительно более длительная электрическая систола. Так выявились существенные корреляции между отрезком, Q—T и  $PWC_{170}$ , между Q—T и ватт-пульсом.

В динамике зубца Т в начале работы наблюдается первоначальное понижение, а начиная с 2—3 минуты работы зубец Т повышается и стабилизируется на определенном уровне как у бегунов, так и у неспортсменов (рис. 2). Самые высокие величины зубца Т наблюдаются после окончания работы на 1-ой минуте восстановления. При этом у бегунов выявились более высокие зубцы Т как перед работой, так и в условиях повышающихся

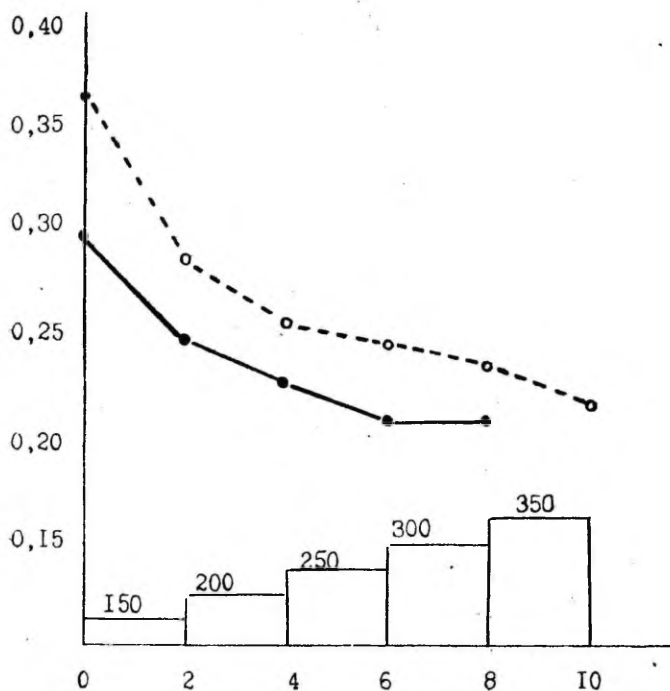


Рис. 1. Динамика длительности электрической систолы (наверху) и систолического показателя (внизу) у спортсменов (прерывистая линия) и у нетренированных лиц (сплошная линия).

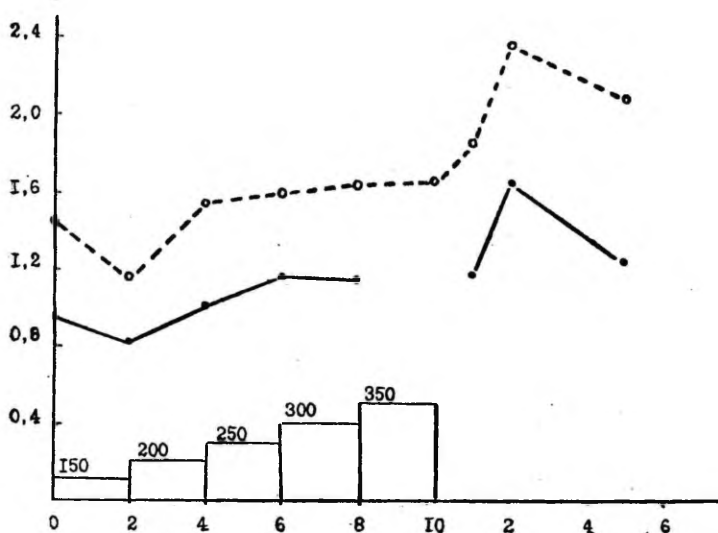


Рис. 2. Динамика вольтажа зубца Т у спортсменов (прерывистая линия) и у нетренированных лиц (сплошная линия). Внизу — мощность работы в ваттах и время от начала работы в минутах.

нагрузок. Такую же динамику зубца Т наблюдали и другие авторы [1, 4]. Причиной изменений зубца Т при работе, по данным многих авторов, является перестройка обменных процессов в миокарде, перераспределение крови во время мышечной деятельности, изменение положения сердца в грудной клетке [1, 3, 4, 5].

По данным корреляционного анализа выяснилось, что повышение зубца Т после окончания работы имеет достоверные взаимосвязи с кислородным долгом, с повышением содержания молочной кислоты и с алактической анаэробной мощностью мышц. При этом у исследуемых с высокой анаэробной работоспособностью повышение зубца Т после окончания работы особо выражено. Таким образом, можно полагать, что динамика зубца Т после окончания интенсивных нагрузок зависит в существенной мере от интенсивности анаэробных процессов в энергопродукции.

Смещение сегмента S—Т вниз от изолинии наблюдалось у двух бегунов и у семи нетренированных. При этом смещение сегмента S—Т наблюдалось в основном при совершении последних нагрузок. По-видимому, у спортсменов в условиях интенсивных нагрузок кровоснабжение миокарда является более адекватным по сравнению с неспортсменами.

## Выводы

1. Более низкая частота сердечных сокращений при выполнении нагрузок с повышающейся мощностью у тренированных спортсменов сопровождается менее выраженным укорочением электрической систолы и более высоким вольтажем зубца Т по сравнению с нетренированными лицами.

2. Совершение интенсивных нагрузок обуславливает смещение сегмента S—T вниз от изолинии у нетренированных лиц чаще, чем у спортсменов.

3. Повышение зубца Т после окончания нагрузки коррелирует с анаэробной работоспособностью исследуемого и степени участия анаэробных процессов в энергетическом обмене.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Butschenko, L. Das Ruhe- und Belastungs EKG bei Sportlern. Leipzig, Barth, 1967.
2. Margaria, R., Aghemo, P., Rovelli, E. Measurement of muscular power (anaerobic) 1966, 21, 1662—1664.
3. Reindell, H., Klepzig, H., Stein, H., Musshoff, K., Roskamm, H., Schildge, E. Herz, Kreislaufkrankheiten und Sport, München, 1960.
4. Бутченко Л. А. Изменения ЭКГ во время мышечной деятельности и в восстановительном периоде. — Спортивная медицина и лечебная физкультура в Ленинграде. Л., 1967, 29—34.
5. Бутченко Л. А. Сердце спортсмена по данным электрокардиографических исследований. Докт. дисс. Л., 1969.
6. Васильева В. В. Приспособительные реакции органов кровообращения в мышечной деятельности у спортсменов. Докт. дисс., Л., 1968.
7. Сильдмие Х. Ю. О динамике частоты сокращений сердца при физических напряжениях в зависимости от степени тренированности лыжниц. Канд. дисс. Тарту, 1964.

## REENITUSE TÄHTSUSEST EKG VATSAKESE KOMPLEKSI MUUTUSTES KASVAVA VÕIMSUSEGA KOORMUSTE SOORITAMISEL

J. Pärnat, A. Viru

### Resümee

22 treenitud jooksjat ja 16 mittetreenitud vaatlusalust sooritasid veloergomeetril töö kasvava koormusega. EKG registreeriti Butšenko rinnaülituses. Registreeriti ka südame löögisagedus, hapnikuvõlg, vere laktaaditaseme muutus ja lihaste alaktiline anaeroobne võimsus Margaria järgi.

Tulemused näitasid, et madalamale südame löögisagedusele kaasub sportlastel kasvavate koormuste sooritamisel väiksem elekt-

rilise süstoli lühenemine ja kõrgem T-saki voltaaž võrreldes treenimatutega. S—T depressiooni täheldati treenimatuil sagedamini kui sportlastel. T-saki voltaaži suurenemine pärast tööd korreleerus lihaste alaktilise anaeroobse võimsusega ja anaeroobsete protsesside kasutamise astmega energeetilises metabolismis.

## **IMPORTANCE OF FITNESS IN THE ALTERATIONS OF THE VENTRICULAR COMPLEX OF E. C. G. DURING THE WORK WITH INCREASED LOADS**

**J. Pärnat, A. Viru**

### **S u m m a r y**

22 trained runners and 16 untrained subjects performed work with increased loads on the bicycle ergometer. E.C.G. was recorded in the chest lead (according to Buchenko). The heart rate, oxygen debt, alterations in the blood lactate level and anaerobic muscular power (according to Margaria) were also recorded.

The results showed that the lower level of heart rate in sportsmen during the work was accompanied by a less pronounced shortening of the electric systol and higher voltage of the T pick in comparison with untrained persons. S—T depression was observed in untrained persons more frequently than in sportmen. The increase of the voltage of the T pick after the work was in correlation with anaerobic muscular power and the degree of the utilization of the anaerobic processes in energetic metabolism.



## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МУЗЫКИ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗКУЛЬТУРЫ \*)

Э. А. Куду

Кафедра гимнастики

Музыкальное сопровождение является одним из методических приемов при физкультурных занятиях. Если мы говорим об использовании музыки на занятиях физкультуры, то обыкновенно связываем ее, в первую очередь, с гимнастикой и с фигурным катанием. На соревнованиях многих других видов спорта также звучит музыка, но там она является только общим фоном для создания определенного настроения. В ходе тренировки в других видах спорта музыка встречается редко. В своей книге «Современная система спортивной тренировки» Н. Г. Озолин [1] указывает на музыку как на средство улучшения качества тренировки. Там же он обращает внимание и на то обстоятельство, что музыку, к сожалению, используют при тренировке слишком мало. Единственными исследованиями в этой области Озолин называет работы преподавателей Тартуского университета С. М. Оя и Э. А. Куду [2, 3, 4, 5]. В действительности таких исследований больше, но все-таки недостаточно. Возможно, что одной из причин того, что музыку так мало используют при спортивной тренировке, является то обстоятельство, что недостаточно известна сущность музыки и область ее влияния.

Попытаемся раскрыть сущность музыки.

Музыка — это искусство, которое раскрывается во времени. Вспомним дискуссию о театральности и художественности спортивных соревнований, которая велась на страницах журнала «Кеһакультуур», и если согласиться, что спорт также является искусством, то, несомненно, мы можем дефинировать спорт как искусство, раскрывающееся во времени [6, 7, 8, 9].

Мы воспринимаем музыку главным образом слуховым органом, но музыкальное ощущение вызывают не только акустические раздражители, в нем принимают участие несколько чувствитель-

---

\* Следующие 6 работ представляют собой тексты публичных лекций «*Venia legendi*».

ных органов. Среди них особое место занимает моторный центр [10, 11].

Ощущение, которое мы получаем при слушании музыки, всегда имеет эмоциональный характер и затрагивает нашу эмоциональную сферу, вызывая в действующей системе органов соответствующие сдвиги. Характер музыкального ощущения зависит от способности различения высоты звука, памяти, вида памяти, способности воображения, степени моторной одаренности, темперамента, национальности [10, 13, 14, 15].

Психологи объясняют возникновение музыкального ощущения следующим образом. Человек воспринимает раздражения из внешнего мира через мозг. Там они селектируются и затем хранятся. Существуют два вида памяти: оперативная — прямой приемник и длительная — хранитель. Оба эти вида памяти работают рука об руку. Происходит сравнение принятых ощущений с уже существующими. Нравится или не нравится ощущение — это зависит от того, в какой мере полученные впечатления уже знакомы. Знакомое нравится, чужое — нет [16].

Ознакомление с теорией возникновения музыки помогает понять связь между движениями и музыкой.

Одна из наиболее распространенных теорий возникновения музыки, утверждает, что начало музыки связано с процессом работы [17]. При тяжелой физической работе человек производит невольные звуки (например, спортсмены). Первобытный человек, сопровождая работу звуками, ощущал облегчение и даже удовольствие. Чувство облегчения и удовольствия натолкнуло человека на то, чтобы производить звуки намеренно. Чувство удовлетворения привело первобытного человека также и к копированию рабочих движений. Со временем возникли движения, которые копировали и которые подбадривали — поющие. Более трудные движения нуждались в более активном подбадривании и организации рабочих движений нескольких людей одновременно. Это производилось при помощи ударных звуков, хлопаний в ладоши и воспроизведения других звуков, которые были громче человеческого голоса (палки, барабаны, свирели и пр.). Многократное повторение маркатных частей движений через более или менее одинаковые промежутки времени вызывало у работающих чувство облегчения и увеличивало удовольствие.

Следовательно, если возникновение музыки было обусловлено необходимостью облегчения физической нагрузки, то:

1. Нельзя забывать об этом и желательно применять музыку для облегчения спортивной нагрузки.

2. Этот факт явился и причиной возникновения танца и музыки и танец до наших дней остался неотделим от музыки. Так как танец имеет много общего со спортом, особенно с художественной гимнастикой и фигурным катанием, естественно,

что музыка используется в спортивной тренировке, хотя не в одинаковой мере по сравнению с танцем, художественной гимнастикой и фигурным катанием, но все-таки в большей мере, чем до сих пор.

Музыка как фактор воздействия на эмоциональную сферу — разъясняет одну из теорий возникновения музыки. Эта теория предполагает, что в основе возникновения музыки и танца лежит потребность человека в самовыражении [18]. Первобытный человек не имел достаточных языковых средств для выражения своих чувств. Он пользовался движениями и голосом. Из движений развился танец, а из различных звуковых оттенков с различной динамикой — песня. И сегодняшняя артикулированная речь без придания различных оттенков отдельным словам была бы гораздо беднее. Например, высоко и тихо произнесенная речь влияет обыкновенно успокаивающе, приятно; низким тоном громко произнесенная речь холодна, неприятна. Эти чувства переносятся также и на восприятие музыкальных звуков. Нежные, тихие пьесы успокаивают; бравурные, с сильной динамикой — ободряют [15, 19].

В зависимости от тональности одна и та же мелодия может восприниматься как веселая (мажорная) или грустная (минорная). Минорная тональность не всегда действует грустно, она может быть просто серьезной.

Различные инструменты также придают различные оттенки мелодиям. Пьеса, исполненная на струнных инструментах нежна и интимна, в исполнении духовых инструментов та же пьеса получает более холодный и твердый, а часто и более веселый оттенок. Так как в симфоническом оркестре много различных инструментов, то музыка в его исполнении, особенно богата окрасками и тембрами, которые, каждый по-своему, затрагивают сферу наших эмоций. В теории музыки это явление называется **интонацией**. Она является одним из средств музыкальной выразительности.

Мелодия — закономерная последовательность звуков различной высоты. Сравнивая ее с физическими движениями, мы можем назвать мелодию пространственным ритмом музыкальной пьесы. Соответственно с повышением и падением ее, мы производим движения на различных уровнях и в различных направлениях. Можно графически изобразить музыку и движения.

Ритм — это организованная последовательность звуков во времени. Ритм один из основных средств выразительности музыки. Без ритма нет музыки, но ритм без мелодии все-таки музыка. Через ритм музыка имеет самую тесную связь с движениями, так как музыкальное чувство ритма непосредственно связано с моторикой. Ритмические акустические раздражители вызывают у слушателей невольные физические движения или невольное повышение тонуса мышц. Особенно активно переживаются ударные части ритма. Некоторые авторы утверждают, что только

активное переживание дает совершенное чувство ритма, то есть чувство ритма связывается с удовольствием. Чувство ритма, как и все эмоциональные переживания, субъективно. Ноты дают нам в ритмическом изображении только общую схему, соотношение длины отдельных нот между собой, но каждый воспринимает это субъективно (опыты с клавишами рояля, которые были соединены с электрическими контактами).

Моторная сущность чувства ритма привела музыкальных педагогов к мысли развивать при помощи движений музыкальное чувство ритма (система Далькроза).

Преподаватели гимнастики заимствовали этот метод и используют музыкальный ритм для усвоения ритма движений (Боден, Квашникова и др.).

Метр — это разделение музыкальной пьесы на части одинаковой длины, выражающееся в регулярном чередовании ударных и неударных звуковых единиц времени. Он, как пульс, который проходит равномерно через все произведение. Обыкновенно совпадают ударные части ритма и метра, но не всегда. Имеются и такие сочетания, где ударная часть ритма совпадает с неударной частью метра. Это явление называется синкопом. Таков, например, ритм мазурки. Ударное движение совпадает всегда с ударной частью метра или ритма. Точную копию музыкального ритма со всей ее филигранностью мы не можем передать движениями. Мы делаем это упрощенно, в общих чертах. Но с очень хорошо физически подготовленными и музыкально талантливыми учениками мы можем изобразить даже и филигранные ходы ритма и полуритма.

Темп — это скорость представления (исполнения) музыкальной пьесы, и он зависит от ее содержания и характера. Точный темп устанавливается метрономом — ММ-52 (четверть ноты длится 1/52 минуты). Обыкновенно ни одна пьеса не исполняется в одинаковом темпе. На физкультурных занятиях и в процессе тренировки преподаватель или тренер должны учитывать, что у каждого человека свое индивидуальное ощущение темпа, при котором его работоспособность наилучшая. Оптимальный темп для каждого человека зависит от темперамента и, как правило, он продвигается при усталости в направлении более медленного темпа.

Динамика также влияет через моторный центр на движения. Очень тихо исполненная музыкальная пьеса вызывает едва заметные движения. По мере того, как музыка становится громче, движения становятся шире, стремительнее и сильнее.

Кроме интонации, мелодии, ритма, метра, темпа и динамики музыка имеет и другие средства выразительности. Предъявленное здесь является минимумом того, что тренер или преподаватель физической культуры должен знать при использовании музыки в процессе обучения и тренировки [15, 19, 20, 21].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Озолин Н. Т. Современная система спортивной тренировки. М., 1970, стр. 51.
2. Оя С. М., Куду Э. А. Влияние музыки на дозировку нагрузки и на частоту пульса. Актуальные проблемы спортивной медицины и лечебной физической культуры. Тезисы докладов на I республиканской научно-практической конференции. Рига, 1966, стр. 76—78.
3. Куду Э. А., Оя С. М. О влиянии разной по характеру музыки на выполнение физической нагрузки и на некоторые психологические и физиологические показатели в восстановительном периоде. Дыхание и спорт. Материалы XV Всесоюзной конференции по спортивной медицине. Таллин, 1967.
4. Oja, S., Kudu, E. Muusika mõjust füsioloogiale ja psühholoogiale. Spordipsühholoogia- ja -sotsioloogia-alane konverents. Tartu 1969, lk. 76—79.
5. Oja, S., Kudu, E. Võrdlevaid andmeid südame löögisageduse ja vererõhu muutuste kohta regulaarselt kehakultuuriga tegelevatel kesk- ja vanemaalistel naistel üldisel ja spetsiifilisel töökoormusel ning saatemuusikaga sooritatud töö puhul. — Töid kehakultuuri alalt. Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised. Tartu, 1971, lk. 73—82.
6. Vlasov, J. Suure spordi teater. — Ajakiri «Kehakultuur», 1969, nr. 18, lk. 567—568.
7. Goleisovski, K. Sport kui kunst. — Ajakiri «Kehakultuur», 1969, nr. 19, lk. 598—600.
8. Prjagein, A. Kas sport vajab lava. — Ajakiri «Kehakultuur», 1969, nr. 20, lk. 631—632.
9. Setsin, V., Spordi võltsimatu dramatism. — Ajakiri «Kehakultuur», 1969, nr. 21, lk. 662—664.
10. Теплов Б. Н. Психология музыкальных способностей. М.—Л., 1947.
11. Богданова Д. Н. Осознавание движений в процессе овладения двигательным навыком. Автореф. дисс. Л., 1956.
12. Leonard, K. Biologische Psychologie. Leipzig, 1962.
13. Revesz, G. Einführung in die Musikpsychologie. Bern, 1946.
14. Michel, P. Über musikalische Fähigkeiten und Fertigkeiten. Ein Beitrag zur Musikpsychologie. Leipzig, 1962.
15. Soomere, U. Kuulata, mõista, hinnata. Tallinn, 1969.
16. Леви В. О психологии музыки. «Советская музыка», 8, 1966.
17. Bücher, K. Arbeit und Rhythmus. IV Auflage. Leipzig—Berlin, 1909.
18. Boehn, M. Der Tanz. Berlin, 1925.
19. Ojakäär, V. Džässmuusika. Tallinn, 1966.
20. Hartung, H. Musiklesen in der Unterstufe, Berlin, 1962.
21. Reuter, F. Grundlagen der Musikerziehung, Leipzig, 1962.

## KÕRGE KVALIFIKATSIOONIGA KORVPALLURITE ETTEVALMISTAMISE SÜSTEEM

I. Kullam

Sportmängude kateeder

Tänapäeva paremate korvpallimeeskondade mängutase on ühtlustunud ja tavaline on, et võidu võimalused on võrdsed, võitja selgub alles mängu viimastel minutitel. Teiste sõnadega — võrdvõimelisi meeskondi on igasuguse mastaabiga võistlustel. Säärasel puhul on otsustav sõna ütelda sellel meeskonnal, kes paremini kasutab oma võimalusi, kellel on painduvam taktika, kes psühholoogiliselt on paremini ette valmistunud. Tabavalt ütles NSV Liidu teeneline treener, Kaunase «Zalgirise» kauaaegne vanemtreener V. Bimba: «Kaasajal ei ole saladusi, mida ei tunneks kõik paremad korvpallitreenerid.» See on kahtlemata tõsi. Sellepärast ei olegi vastast võimalik võita mingisuguse imevõttega või tundmatute kombinatsioonidega, vaid ainult hea ettevalmistusega, mis haarab kehalist, tehnilist, taktikalist ja psühholoogilist ettevalmistust. Need kõik on omavahel tihedalt seotud ja neid harmooniliselt täiuslikkuse poole arendada on suur kunst. Aga see ongi treeneri töö, looming ja otsimine. Siin ei ole kindlaid retsepte-soovitusi, siin ei tohi olla šablooni, siin ei ole tähtsusetuid pisiasju. Korvpallitreenerid peavad tundma treeningu meetodeid ja vahendeid, olema hästi kursis kaasaja sporditeadusega. Aga isegi see kõik ei garanteeri neile treeningutöös edu. Sageli tuleb ette küsimusi, mida treener peab ise lahendama, vaatamata sellele, kas ta töötab meistritega, järgusportlastega või algajatega. Treenerikutse nõuab eksperimenteerimist, et leida näiteks optimaalne treeningute arv, maht, intensiivsus, kehalise, tehnilise, taktikalise ettevalmistuse vahekorrad kogu hooaja, ühe perioodi, treeningutsükli ja treeningu vältel jne. See kõik tuleb leida terve meeskonna jaoks ja ka võimalikult igale mängijale eraldi. Ma arvan, et säärases töös ja paramatutes eksperimentides ei ole patt eksida, vaid märksa halvem on, kui jätkatakse vanamoodi. Tõsi küll, koondmeeskondade ja paljude võistkondade juures töötavad ja abistavad treenerit spordiarstid. Lõppkokkuvõttes on edu saavutamisel määrav siiski treeneri meisterlikkus.

## Treeningud ja võistlused

Kui palju aastas treenida? Võib treenida palju, aga tulemusi mitte saavutada. Võib suurendada treeningute arvu, aga hakata mängima halvemini. Tähtsust ei oma ainult treeningutele kulutatud aeg, vaid samuti treeningutunni intensiivsus, tema sisu. Vähe on andmeid üksikute võistkondade ettevalmistuse kohta, sest töö enam-vähem täpselt registreerimiseks läheb vaja eraldi isikut (ja siiski on need andmed osaliselt subjektiivsed). Toon näiteks NSV Liidu koondmeeskonna treeningud, mis on registreeritud meeskonna juures töötanud teadusliku brigaadi poolt.

Aasta	Kokku treeninguid	Tundide arv päevas	Treeningute keskmine intensiivsus ballides	Maksimaalse ja kõrge intensiivsusega treeningute arv	Protsentuaalselt ettevalmistusest		
					kehaline	tehniline	taktikamäng
1965	750	4	23,7	88	21	30	49
1968	860	5	26,3	180	18	22	60

Nagu näha, tõusid oluliselt treeningutundide arv ja intensiivsus. See aga ei kindlustanud veel edu. NSV Liidu meeskond pidi Mehhiko olümpiamängudel leppima III kohaga! Kriitiliselt tuleks suhtuda ka kehalise ettevalmistuse, tehnika ja taktika protsentuaalsesse suhtesse. Tundub, et lubamatult vähe osutati NSV Liidu koondmeeskonna ettevalmistuses tähelepanu tehnikale — tähtsamale ja põhilisemale osale korvpallis. Seda tõendab ka asjaolu, et mängijad, kes pidevalt viibisid treeninglaagrites, ei näidanud peaaegu mittemingisugust progressi (Kovalenko, Krikun jt.). Eriti oleksid pidanud tehnika täiustamisele suurt rõhku panema nooremad mängijad — neile oleks pidanud tegema isegi eritreeninguid. NSV Liidu koondises viibisid nad pidevalt ja koju sõideti ainult puhkama. Aga et koondises töötati tehnika täiustamiseks lubamatult vähe, siis jäid nimetatud mängijad oma arengus seisma.

Protsentuaalselt vähe tähelepanu osutati kehalisele ettevalmistusele, kuigi koondise liikmed olid kehaliselt hästi ette valmistatud. Kindlasti aitasid selleks kaasa sagedased treeningmängud, suure intensiivsusega läbiviidud harjutused palliga ja tihe konkurents võistkonda pääsemiseks. Samal ajal taktikale ja mängule osutasid treenerid liiga suurt tähelepanu (60%). Sellele vaatamata oli meie koondmeeskonna ründetaktika olümpiaadil ühekülgne, võiks ütelda — isegi vaene! Siit võib teha järelduse, et NSV Liidu koon-

dises ei pööratud küllaldaselt tähelepanu koostööle rünnakul (kaitsemäng oli vajalikul kõrgusel), vaid põhiliselt kahepoolsele mängule. Säärane mäng nõuab palju energiat, kasu aga on säärasele meistritele üpris vähene, eriti mängutaktika seisukohalt vaadatuna.

Eesti NSV koondmeeskonna (faktiliselt on Tartu «Kalev» alates 1963. a. hooajast Eesti NSV koondiseks ja haarab kõiki meie vabariigi paremaid korvpallureid) treeningute kohta ei ole nii üksikasjalikke andmeid. Seda juba sellepärast, et mängijad elavad kahes linnas — Tallinnas ja Tartus. Kohati treenisid nad ka oma klubimeeskondade juures (enne Eesti NSV meistrivõistlusi). Rida mängijaid aga kuulusid Nõukogude Liidu koondmeeskonda ja viibisid seal väga pikaajalistel treeningkogunemistel. Siiski on kindel, et treeningutele pühendatud aeg on aasta-aastalt tõusnud.

Aasta	Treeningute arv	Treeningutundide arv	Protsentuaalselt ettevalmistusest			Kontrollvõistluste ja ametlike võistluste arv
			kehaline	tehniline	taktikaline	
1966	237	545	25	40	35	72
1967*	345	790	35	35	30	88
1968	290	650	25	40	35	95
1969	340	720	30	35	35	85
1970	360	740	30	40	30	70
1971*	395	820	30	35	35	85

Tunduvalt on tõusnud treeningute intensiivsus. Seda on saavutatud põhiliselt just mänguliste harjutustega (mitte kahepoolse treeningmänguga) kaitsemängija vastutegevusel. Erilist rõhku on viimasel ajal pandud tehnika täiendamisele, nn. suurte kiirustega jooksuharjutustele. Need aitavad kaasa ka kiiruse ja kiirusliku vastupidavuse arendamisele. Järsult tõusis treeningutundide arv 1967. a., sest IV rahvaste spartakiaadiga seoses paranesid meie koondmeeskonna harjutamistingimused. Erilist tähelepanu osutasime siis kehalisele ettevalmistusele. 1968. a. langes treeningute arv, põhjuseks üleminek uuele süsteemile NSV Liidu meistrivõistlustel (neljaringilised kohtadele väljasõidud). Võistluste arv tõusis väga kõrgele — 95-le (mõningatel juhtudel isegi üle saja)! Järgmisel aastal, seoses võistluste reguleerimisega (7 mängijal keelati osavõtt Eesti NSV sisemistest võistlustest), langes võistluste arv 85-le, vastavalt aga tõusis treeningutundide arv. 1970. a. peeti NSV Liidu meistrivõistlused kaheringilisena (22 mängu) ja võistluste arv langes 70 peale. 1971. a. — V rahvaste spartakiaadi



aastal — tõusid treeningutundide ja võistluste arvud uuesti. Võrreldes Nõukogude Liidu koondmeeskonna ettevalmistust Eesti NSV koondmeeskonna ettevalmistusega, torkas silma taktika suhteliselt väike osatähtsus (Eesti NSV koondmeeskonnal 30—35%, NSV Liidu koondmeeskond — 49—60%). Sellele vaatamata on aga Eesti meeskond alati näidanud taktikaliselt küpset ründemängu. Antud tõsiasi võib põhjendada sellega, et taktikale ettenähtud aeg pühendati põhiliselt kombinatsioonide, koostöö variantide õppimisele ja läbiviimisele, sest kahepoolseid õppetreeningmänge kasutati treeningutel suhteliselt vähe.

### Kehaline ettevalmistus

Suurt tähelepanu osutavad tänapäeval treenerid kehalisele ettevalmistusele, eriti just võistlusi ettevalmistaval perioodil. Aga ka siin ei tohiks unustada mängutehnikat, sest vastasel korral mängijate tehniline tase langeb tunduvalt ja hiljem tuleb teha suurt tööd, et saavutada endine tase, progressist rääkimata. Tehnikat tuleks treenida nii palju, et hoida seda vanemate mängijate juures vajalikul tasemel, nooremate juures aga tõsta. Tekib küsimus, missuguses vahekorras on kehaline ettevalmistus ja mängutehnika ettevalmistaval perioodil? Perioodi alguses on kehaline ettevalmistus suures ülekaalus — 4:1, 5:2, hiljem aga tehnika tähtsus üha tõuseb ja perioodi lõpul viiakse need läbi võrdses vahekorras. Mida pikem on ettevalmistav periood, seda kauem kestab kehalise ettevalmistuse ülekaal. Üldiselt tuleb sellele küsimusele läheneda individuaalselt, vastavalt mängija tasemele, eale.

Küllalt keeruline on küsimus, mitu korda päevas treenida? Kaks või isegi kolm korda õigustab ennast põhiliselt hästi ettevalmistatud korvpallurite juures treeninglaagri olukorras. Ja ka siis ei ole kasulik kasutada suuri koormusi kõigil treeningutel. Kui ühel viidi läbi palju maksimaalse intensiivsusega harjutusi, siis teised treeningud peavad olema kerged, n.-õ. aktiivse puhkuse tüüpi või uute tehniliste elementide õppimiseks. Tavaliselt treenitakse nädalas 8—12, isegi kuni 15 korda. Praktika näitab, et kodus elamine vähendab mängijatel tunduvalt treeningute efekti ja siis ei olegi mõtet läbi viia ühel päeval kahte-kolme treeningut. Märksa kasulikum on sellel juhul treenida üks kuni kaks korda päevas, pikendades treeningut vastavalt kahe kuni kolme tunnini. Enamik treenereid peab vajalikuks harjutada ettevalmistaval perioodil palju ja mitmekülgset.

Viimasel ajal on spordikirjanduses ilmunud artikleid, kus kritiseeritakse ja loetakse ebaõigeks tugevat hommikuvõimlemist (30—45 min.), sest ta olevat tervisele vastunäidustatud. Seda põhjendatakse bioloogiliste rütmidega ja nimelt sellega, et tegeldes tavaliselt varajastel hommikutundidel tugeva võimlemisega, tekib enne

ärkamist n.-ö. stardieelne olukord (uni muutub rahutuks), mis ei kindlusta sportlasele täielikku puhkust. See kõik võib õige olla, aga praktika näitab, et tugev hommikvõimlemine (s. o. hommikune treening) mõjub korvpalluritele suurepäraselt ja mingisuguseid negatiivseid tagajärgi ei ole tavaliselt märgata. Mängijad ise tunnevad end hästi. Ka arstlik kontroll ei ole tervislikus seisukorras avastanud kõrvalekaldumisi. Varahommikusel treeningul ei tohi liialdada kiiruslike vastupidavus- ja jõuharjutustega, eriti just suurte raskustega. Tõsi küll, teatud negatiivseid nihkeid võib esialgu olla neil, kes kodus hommikvõimlemisega ei tegele. Aga hiljem paraneb ka neil enesetunne. Kokkuvõttes — hommikuvõimlemise kasulikkuses ei ole põhjust kahelda.

Ettevalmistaval perioodil soovitavad NSV Liidu koondmeeskonna treenerid ja koondise juures töötav teaduslik brigaad kasutada nn. «kaasmõju» meetodit. Nad väidavad, et eksperimentaalsed uuringud tõendavad, et nimetatud meetodi kasutamine kindlustab samaaegselt kehaliste võimete arenguga ka korvpallitehnika ja -taktika täiustamist. Süstemaatiline väikeste raskuste kasutamine mansettidena kätel ja jalgadel (1,5—2 kg kätel, 2,5—3,5 kg jalgadel, vööl 5—7 kg) ei mõjutanud positiivselt mitte ainult kiiruse, jõu ja vastupidavuse spetsiaalseid omadusi, vaid soodustas samaaegselt ka söödu, pealeviske, läbimurde- ja kaitsemängutehnika täiustamist. Selle meetodid rakendamisel aga peab teraselt jälgima, et raskused kätel ei muudaks õiget pealevisketehnikat, tema sisemist struktuuri. Sellepärast peab raskusi kasutama ettevaatlikult ja enne võistlusi (ca 10 päeva) katkestama pealevisked mansettidega.

Sama meetodilise võtte teise variandina leidis kasutamist korvpallimängutehnika ja kergejõustiku elementide sidumine. Näiteks keskmise tempoga jooksul staadionirajal (2—3×400 m) mängijad sooritavad sõote paaride ja kolmikute kaupa, põrgatamist, palliga žongleerimist, mis samal ajal soodustab korvpallimänguks vajalike oskuste ja vastupidavuse arendamist. Analoogilised harjutused kiires tempos ja lühikestel distantssidel arendavad pallikäsitlust kiirustel ja kiiruslikku vastupidavust (5—8 s 60—80 m, intervalliga 0,5—1 min.).

Hüppevõime, liigutuste koordineerimise ja tehnika arendamiseks tehti hüppeharjutusi, tõkkejooksu, kõrgushüpet, kaugushüpet jne. koos palliga. Sääraseid harjutusi võib läbi viia hommikuvõimlemisel, jooksukrossil ja tunni sissejuhatavas osas. Praktiliselt ei ole kaasmõju meetod, s. o. kehaline ettevalmistus koos palliga, uus. Seda on kasutanud paljud treenerid juba ammu ja seda propageerivad praegu ka paljud välismaa sportmängude treenerid. Erilist tähtsust omab see printsiip kiirusliku tehnika ja kiirusliku vastupidavuse arendamisel. Noorte korvpallurite atleetlikku ettevalmistust on sageli kasulik ühendada korvpallitehnika elementidega. See kiirendab raskete tehniliste võtete omandamist ja vähendab aja-

kplu treeningule, sest võimatu on lõpmatult pikendada aega treeningute läbiviimiseks.

Kui veel mõned aastad tagasi paljud treenerid suhtusid teatud kartusega suurte raskuste kasutamisega jõutreeningusse, siis käesoleval ajal enamik treenereid ei eita säärase treeningu vajalikkust. Praktika on tõestanud, et kartus, nagu jõutreening raskustega mõjuks halvasti peenele lihastundele ja lõdvestusvõimele (nendest komponentidest sõltub oluliselt pealevisete täpsus), on asjatu. Tõsi küll, teatud perioodi tõsteharjutused mõjuvad negatiivselt korvpalluri täpsusele, sellepärast suuremas ulatuses tuleb jõuharjutusi teha ettevalmistaval perioodil ja 10—15 päeva enne võistlusi sellised treeningud katkestada. Spetsiaalne tõstekangi kasutamisega treening ettevalmistaval perioodil 1,5—2 kuu jooksul 2—3 korda nädalas arendab tunduvalt jõudu, võimaldab tõsta hüppevõimet ja täiustada tehnikat. Eriti hinnatav on kangi kasutamine pikakasvuliste, kehaliselt nõrkade korvpallurite treeningus.

Nn. raskustega treeningute perioodil ei ole mõtet harjutada tehnilisi võtteid, mis nõuavad suurt täpsust (sellel perioodil ei saa pealevisetel mängijatelt seda nõuda) ja maksimaalset kiirust. Sel ajal tuleb lihvida sõõte, põrgatust, tagalauavõitlust, kaitsetegevust jne., kus korvpallur saab end lõdvestada ja kasutada oma suurenenud lihasjõudu. Ettevalmistaval perioodil viiakse treening kangi läbi eelnevalt treeningule palliga (kui treenitakse kaks korda päevas). Raskuste kasutamisega treeningud võistlusperioodil, mille peamiseks sihiks on saavutatud jõu taseme säilitamine, toimuvad tavaliselt peale korvpallitreeninguid. Korvpallis on olulisem arendada kiiruslikku jõudu, vähem jõudu ja vastupidavuslikku jõudu. Tuleb arvestada ka korvpalli spetsiifikat, s. t. erilist rõhku peab panema jala-, selja-, kõhupressi-, õlavöölihaste tööle, piirama aga jõuharjutusi kätele. Seeriate vahel peab silmas pidama ka lõdvestus- ja venitusharjutuste regulaarset sooritamist.

Kiiruslikku jõudu tuleb arendada raskustega (ca 20% maksimumist) ja liigutust tuleb teha maksimaalse kiirusega. Samuti on soovitatav vahetada väikseid raskusi suurematega (kuni 40% maksimumist), pannes kiirusele aktsendi just liigutuse alguses. Väikeste raskustega, aga suurte korduste arvuga ühes seerias (20—50 korda), arendatakse ka vastupidavuslikku jõudu. Korvpalluril on vaja suurendada söödukiirust. Selleks tuleb arendada spetsiaalset jõudu 2—3-kilogrammiste topispallidega. Erilist tähelepanu osutatakse sõrmede ja randme jõu suurendamisele. Pealevisete juures on oluline sõrmede ja randme jõud, liigutuse (käe, sõrmede) kiirus ja amplituud. Spetsiaalne labakäe jõud ja lai sõrmede asend (selle juures lõtv) võimaldavad head pallikontrolli, õiget pallisuunamist, suurt viskeraadiust ja mis kõige tähtsam — täpset viset. Sellepärast kasutatakse mitmesuguseid harjutusi sõrmede ja randme jõu tõstmiseks ning liigutuse ulatuse suurendamiseks. Nimetagem

siin ainult toenglamangus käte kõverdamist sõrmedel, randme sirutus- ja painutusharjutusi väikeste raskustega, nööri otsas rippuva raskuse kerimist kepile, harjutusi kuuliga (naiste ja meeste), isomeetrilisi harjutusi, mis on struktuurilt lähedased viskeliigutusele, harjutusi tennisepalliga (söödud, pigistamine), spetsiaalseid harjutusi korv- ja topispallidega jne.

Absoluutset jõudu saab arendada suuremate raskustega, mida suudetakse tõsta 4—6 korda järjest (ca 80—90% maksimumist). Neid harjutusi tuleb sooritada suhteliselt aeglasel tempos. Säärased raskused soodustavad ka nn. plahvatuslikku mobiliseerimist, mis korvpallis (eriti tagalauavõitluses) on väga vajalik. Enne suuremate raskuste juurde asumist peab eelnema väiksemate raskustega treening.

Väiksemas ulatuses (10—15%) võib kasutada ka isomeetrilisi jõuharjutusi. Nende positiivseks küljeks on: a) saab teha igal pool, b) kergelt kohandatavad üksikutele lihasgruppidele, c) nõuavad vähe aega. Tuleb jälgida, et pingutus ei kestaks üle 6 sek., samuti on vaja silmas pidada õiget hingamist ja lõdvestusharjutuste tegemist. Eriti sobiv on nn. Hoffmanni meetod, kus raskus tõstetakse kuni pidurdajani ja hoitakse välja isomeetriline faas.

Korvpallurile vajalikku jalgade jõudu, hüppevõimet ja kiirust arendavad hästi allahüpped ja sellele järgnevad hüpped üles ning üles-ette. Optimaalne allahüppe kõrgus sõltub sportlase kehalisest ettevalmistusest. Kõrgus peab olema selline, et korvpallur suudaks kiirelt ja ilma tunduva pingutuseta amortiseerivast liigutusest üle minna energilisele üleshüppele. Üleshüppel on soovitatav puudutada mõnda eset, näit. rippuvat palli, korvirõngast jne.

Väiksemas ulatuses tuleb jõuharjutusi teha iga päev (oma kehakaalu ja välise keskkonna vastupanu ületamisega: jooks vees, sügavas lumes, pehmel liival jne.; partneri vastutegevus jne.), eriti üksikutele lihasgruppidele, sest töövõime taastub nendes kiiresti. Suurematel ja võimsamatel lihasegruppidel on taastumine suhteliselt aeglasem ja suurim efekt saavutatakse treeninguga, mis toimub kolm korda nädalas. Jõuharjutusi on soovitatav teha puhkepäevajärgsel treeningul. Sellisel juhul sooritatakse jõuharjutused puhununa, n.-ö. kesknärvisüsteemi optimaalses olukorras ja efekt on suurem. Teise positiivse tegurina lisandub niisuguse mikrotsükli kasutamisel nn. järeelmõju. Kui aga sportlane on eelnevast tööst väsinud, siis ei ole jõu juurdekasv nii intensiivne.

Treeninguprotsessi efektiivsust aitavad tõsta ja antud momendi treenitust objektiivselt hinnata nii kehalise kui ka tehnilise ettevalmistuse kontrollnormatiivide täitmine. Need normatiivid olgu aastate vältel ühed ja samad. See võimaldab võrrelda arengu dünaamikat, mis omakorda innustab sportlasi.

Kehaline ettevalmistus kulgegu aastaringselt ja paralleelselt spetsiaalse treeninguga, aga mitte ainult etappide kaupa.

Juhtnõõrina peab treener silmas pidama, et üldine kehaline ettevalmistus (rääkimata spetsiaalsest kehalisest ettevalmistusest) orienteeruks korvpallile ja vastaks nendele nõuetele, mida tänapäeva korvpalluritele esitatakse.

### **Tehnilisest ettevalmistusest**

Tehnilised harjutused peavad olema lihtsad, kiired ja otstarbekohased. Neid peab lihvima kõige kõrgema meisterlikkuseni, pidades silmas individuaalseid iseärasusi. Muidugi nende nn. individuaalsete iseärasuste lubamisega ei tohi liialdada. See võib viia raskete tehniliste vigade tegemisele ja nende kinnistumisele, millest on pärastpoole väga raske lahti saada ja mis võivad mõjutada korvpalluri mänguklassi. On tõdesid, mida peavad jälgima treenerid ja mille puhul ei tohiks lubada nn. individuaalseid iseärasusi (hüppeviskel palliasend, käeasend jne.).

Hea mängija ei ole see, kes kõiki oskusi valdab rahuldavalt, vaid see, kes enamikku vajalikest elementidest oskab rahuldavalt, mõnesid, n.ö. lemmikvõtteid — väga hästi. Igal heal mängijal on mõni omadus, mis eriti silma torkab!

Korvpallurite tehnilise ettevalmistuse käigus tuleb täita järgmised ülesanded.

1. Omandada uusi tehnilisi võtteid.

2. Täiustada neid suurel kiirusel, ühendada neid liikumisega, söötudega, põrgatustega, läbimurretega, petteliigutustega, pealevisetega jne.

3. Harjutada neid võtteid kaitsemängija vastu (alguses olgu kaitsemängija passiivne, hiljem järk-järgult aktiveerugu).

4. Säilitada meisterlikkust aktiivse kaitse vastu, suurtel kiirustel, kõrges emotsionaalses olukorras, väsimuse puhul. Nn. kiiruslik tehnika söötudes ja pealevisetes saavutatakse põhiliselt just ettevalmistavate liigutuste arvel — neid tehakse varem ja kiiremini. Näiteks juba palli saamisel hüppeviske puhul kõverdatakse jalad ja alustatakse viskega. Pealeviske sisemine struktuur ja seaduspärasused peavad jääma muutumatuteks.

5. Harjutada põrgatamist ilma nägemise kontrollita. Oigemini kontrollida palli perifeerse nägemisega, vahel ainult lihastundega. Ühendada põrgatamine tempo ja suuna muutmistega, pööretega, varjatud söötudega jm. tegevusega.

6. Arendada nõrgemat kätt.

7. Harjutada suurtel kiirustel ja keerulistes olukordades orienteeruma õigesti.

8. Kiirränakute edukas algus oleneb esimesest söödust, sellepärast tuleb seda harjutada kõigil, eriti aga pikakasvulistel mängijatel.

9. Pealeviskeid tuleb sageli harjutada, arvestades erinevate omadustega aktiivseid kaitsemängijaid (pikakasvuline, lühike ja kiire). Treeningul ei tule lihtsalt peale visata, vaid kontsentreeruda igaks viskeks.

10. Harjutused tehnika omandamiseks ja täiustamiseks peavad soodustama ettekavatsetud mängutaktika valdamist.

Kõiki neid ülesandeid võib kokku võtta lühidalt — saavutada pallikäsitleuse virtuooslikkus.

### **Taktikaline ettevalmistus**

Hooaja alguses, kui meeskonna koosseis on enam-vähem selge, peab treener, arvestades mängijate kehalisi, tehnilisi ja taktikalisi võimeid, koostama ettevalmistusplaani. Meil Eestis ei ole võimalust koostada meeskonda vastavalt ettenähtud taktikale. Meie taktika sõltub olemasolevate mängijate kontingendist. Suurtel vabariikidel, linnadel ja eriti NSV Liidu koondisel on see võimalus olemas. Kahtlemata on igal treeneril aastate jooksul kujunenud välja oma käekiri, oma lemmiktaktika, et maksimaalselt kasutada oma mängijate võimalusi. Vastavalt sellele peabki treener planeerima treeningud ja ettevalmistuse, osutades vähemal või suuremal määral tähelepanu kehalisele ja taktikalisele ettevalmistusele. Ebaõige on teha treeninguid kõigile ühtemoodi. Treener peab täpselt teadma, mida on kõige rohkem ühele või teisele mängijale vaja ja arvestama sellega. Muidugi üks või kaks treenerit ei suuda seda printsiipi kõikjal jälgida, selleks ei ole lihtsalt aega ja vahendeid. Aga võimaluste piires tuleb seda siiski teha!

Taktikaline ettevalmistus on alati olnud selline tähtis tegur, mis annab meeskonna ettevalmistusele kindla suuna, määrab vahendid ja meetodid tehniliseks ja kehaliseks ettevalmistuseks. Treeneril peab olema selge, millisena ta tahab oma meeskonda näha ja sellele vastavalt planeerima treeningud. Aga on olemas veel põhiprintsiibid, millest ei tohiks mööda minna ükski treener.

1. Täiustada, s. t. muuta mitmekesisemaks ja lihvida nii ründekui ka kaitsetaktikat.

2. Omandada aktiivsed mänguvormid, suurendada mängijate aktiivsust rünnakul (eriti teravat liikumist), vähendada nende seisumomente. Eduka kiirrünnaku sooritamiseks tuleb kindlaks teha esimese söödu suund. Lõpufaase tuleb harjutada ründajate ülekaalu ja mängijate võrdsuse korral.

3. Automaatseks muutumiseni arendada kahe ja kolme mängija koostööd kui rünnaku põhialust. Suurendada nende variantide hulka, omandada nad väikesel väljakuosal.

4. Omandada ja täiustada mitut rünnakusüsteemi (ühe ja kahe keskmängijaga erinevates kohtades). Kuigi võistkonnas on olemas pikakasvuline keskmängija, on kasulik omandada variant — mäng

ilma pikakasvulise keskmängijata. See võimaldab otsustavalt muuta taktikat.

5. Võimalikult aktiveerida tagalauavõitlust. Võimas ja hästi organiseeritud tagalauavõitlus on otsustav. Tuleb suunata mängijate teadlikkust tagalauavõitlusest osavõtuks. Tähtis on ka lahtiste pallide hankimine.

6. Kindlate kombinatsioonide õppimine positsioonilisel rünnakul ja taktika väljakujundamine erinevate kaitsesüsteemide vastu (maa-ala, mees-mehe, pressing), mis võimaldaksid kasutada oma mängijate paremaid omadusi. Mängus tehakse 15—20 kiirrünnakut, seega positsiooniline ründemäng on üldiselt otsustavama tähtsusega.

7. Kindlate kombinatsioonide õppimine hüppepalli, audi ja vabavisete korral. Hüppepalli ajal on kolm erinevat võimalust, mida peab arvestama iga treener ja vastavalt õpetama tegutsema oma korvpallureid: a) oma meeskonna mängija on pikem, on olemas reaalne võimalus hüppepalli hankimiseks; b) vastasmeeskonnal on reaalsem palli oma valdusesse saada; c) mõlema meeskonna võimalused on võrdsed.

Kombinatsioone on parem kasutada staatilistes olukordades (eriti audi ajal). Kombinatsioonide kindlaksmääramisel tuleb kasutada erinevaid mooduseid: sõnalisi ja nägemis-signaale.

8. Mõõdukalt universaalsetel mängijatel on mängu jooksul võimalus täita erinevaid funktsioone. Näiteks ründaja asub keskmängija kohale jne. Eriti tähtis on korvpallurite universaalsus väikesekasvulise meeskonna mängijate juures.

9. Tagamängijate teravad pallita sissemurded teevad raskeks vastaste kollektiivse kontsentreeritud kaitsemängu.

10. Taktika paindlikkus, ootamatu taktika muutmine mängu jooksul, näiteks: maa-ala, mees-mehe ja pressingu vahetamine või mees-mehe pressing ründetsoonis, maa-ala kaitsealas jne. Oman dada sagedasem ühest rünnaku- ja kaitsesüsteemist teise üleminek.

11. Näha ette taktika: mängu läbiviimine n.-ö. kindla peale saavutatud edu hoidmiseks. Töötada välja taktika viimaste mänguminutite peale: a) võiduseisul, b) kaotusseisul.

12. Mängijad ja treener peavad pidevalt jälgima mängu käiku ja aega. Esimese ja teise poolaja lõpul tuleb võimaluse korral rünnak läbi viia nii, et viimased 30 sek. oleks pall oma meeskonna käes. Kui aega on jäänud näiteks 40—50 sek., siis tuleb pealevise sooritada ca 10 sek. jooksul. See võimaldab teha veel ühte rünnakut.

13. Harjutada mängu erinevate režiimidega: sagedaste vahetustega ja ilma. Erinevad olukorrad nõuavad mitmesugust taktikat. Treeneri poolt oskuslik reservide kasutamine aitab vältida paremate mängijate ülekoormust, mis on oluline ühe mängu puhul, otsustava tähtsusega aga pikal turniiril.

14. Korvpallurite mängumaneer (nii kaitses kui ründes) peab juhenduma kohtunike tõekspidamistest, s. t. peab oskama mängida n.-ö. puhtalt ja jõumängu, vastavalt mängu juhtivate kohtunike määruste tõlgitsemisele.

15. Tuleb teha märkmeid (koguda statistilisi andmeid), neid tähelepanelikult analüüsida ja kasutada taktika kindlaks määramisel ja treeningu korrigeerimisel.

### **Kaitsemängu tähtsusest**

Korvpallis «viis» kaitses, «viis» rünnakul — on vana deviis. Korvpallur peab oskama kaitsetegevust võrdselt ründemänguga. Sellepärast on vaja intensiivselt harjutada 1:1 mängu nii ründe- kui ka kaitsemängija seisukohalt lähtudes. Kogemused näitavad, et enamik mängijaid armastab treenida palliga, s. t. ründemängu. Treenerid peavad seda fakti arvestama ja osutama suuremat tähelepanu kaitsemängule. Kaitsemäng on just see osa korvpallist, kus enamik võistkondi (eriti meil ENSV-s) omab piiramatuid arenemisvõimalusi. Kõigil maailma parematel võistkondadel (USA, NSV Liit, Jugoslaavia) on lähemate konkurentide ees (Brasiilia, Itaalia, Poola jne.) üleolek just kaitsemängus.

1:1 olukorras palliga ja pallita vastase aktiivset katmist, jalgade tööd, hüppeviske takistamist ja tagalauavõitlust tuleb väsimatult harjutada kogu võistkonna kaitsetaktikaga. Harjutuste 1:1, 2:2, 3:3, 2:1, 3:2 jne. puhul ei tohi treeneri peamine tähelepanu olla ründajate pool (nagu tavaliselt on), vaid võrdselt ka kaitsemängijatel.

Hästi on võtnud kokku kaitsemängu seitse põhiprintsiipi Ameerika Ühendriikide 1948. a. olümpiameeskonna treener Adolph Rupp (1959, lk. 155—158), mis pole aktuaalsust kaotanud ka tänapäeval.

1. Takistage pealevisete sooritamist ja püüdke vähendada pealevisete arvu teie korvi!

2. Vähendage vastaste pealevisete tabamuseprotsenti!

3. Takistage võimalikult aktiivselt igat vastaste tegevust 6 m raadiusega!

4. Likvideerige pealevisete kordamise võimalused!

5. Vähendage pallikaotusi!

6. Takistage kaugviskeid!

7. Ärge laske sööta keskmängijale!

Kollektiivse kaitsemängu kujundamisel peab treener muuhulgas lahendama järgmised ülesanded.

1. Pikakasvulise resultatiivse keskmängija katmine.

2. Väljapääs olukorrast, kus vastaste keskmängija ületab kiiruses ja liikumises teie pikakasvulise kaitsemängija ja hakkab mängima korvialusest alast eemal 1:1 vastu.

3. Määrata kindlaks meeste vahetamise põhimõtted kaitsemängus, võidelda koha pärast, et mitte lasta vastasel katet teha.



4. Õppida kahekesi atakeerima palliga mängijat, harjutada palli väljalöömist vastase käest. Täiustama vastastikust abistamist.

5. Erilist tähelepanu juhtida pikakasvulise korvialuse kaitsja mängu kvaliteedile kui kogu meeskonna kaitsemängu tsementeerijale.

6. Õigesti organiseerida tagala kindlustamine, mis algab sellel momendil, kui sooritatakse pealevise või on karta pallikaotust.

### **Treeningu intensiivsusest**

Kõrge kvalifikatsiooniga korvpallurite treening peab lähenema mängu olukorrale (aga see ei tähenda, et treeningutel tuleb palju mängida, vaid vastupidi), see saavutatakse põhiliselt treeningute kõrge intensiivsusega.

Treeningute intensiivsust tõstavad järgmised tegurid.

1. Mängulised harjutused.
2. Harjutused üle terve väljaku aktiivse kaitse vastu.
3. Mängijate arvu ja mängija või mänguväljaku piiramine (3:3 3 min., söödumäng 3:3 võrkpallipiiride ulatuses).
4. Pallide arvu suurendamine.
5. Raskuste kasutamine mansettide ja raskete ketside näol.
6. Kaitsemängijate või -ründajate arvu suurendamine või vähendamine aktiivsel tegevusel (kui suurendame ründajate arvu, asetame rõhu kaitsetegevusele ja vastupidi).
7. Aktiivsete kaitse- ja ründesüsteemide kasutamine üle väljaku mängus.
8. Täiendavate tingimuste sissetoomine (söödud ainult õhust, põrgatada ei tohi, mäng ühel jalal, korvpall hobustel, pikad mängijad lühemate ja kiiremate vastu, kiirrünnakust saavutatud korv kolm punkti, ründajad saavad palli tagasi).

### **Psühholoogilisest ettevalmistusest**

Ei tohi alahinnata psühholoogilist ettevalmistust. Võrdvõimeliste võistkondade vahelistes kohtumistes kujuneb psühholoogiline ettevalmistus otsustavaks. Psühholoogilist ettevalmistust ei saa lahutada kogu treeninguprotsessist ja seda peab läbi viima treener. Ainult igati hästi ettevalmistatud korvpallur suudab vastu seista kõige raskemale psühholoogilisele survele. Eriti tähtsaks on kujunenud psühholoogiline ettevalmistus seoses treeningukoormuste suurenemisega. Mängijad, kes on psühholoogiliselt nõrgalt ette valmistatud, ei ole võimelised kandma suuri koormusi ja nad tüdi-

nevad kiiresti. Säärased mängijad on kardetavad, nad võivad laostada distsipliini kogu meeskonnas.

Et kaitses edukalt mängida, peab mängija palju töötama ja veel tähtsam — tunnetama kaitsemängu tähtsust meeskonna edu huvides. Siin on jälle tähtis koht psühholoogilisel ettevalmistusel. Palju saaksid selles ülitähtsas lõigus kaasa aidata, korvpalluri teadvust mõjutada ajakirjandus, raadio ja televisioon. Tavaliselt tuuakse aga esile resultatiivseid mängijaid, jälgimata nende tegevust kaitses. Muidugi ei saa kaasaja korvpallis olla hea mängija nigela resultatiivsusega, halva visketabavusega. Kuid sageli ei osuta resultatiivne ja ajakirjanduses ülespuhutud mängija kaitsetegevusele erilist tähelepanu — ta puhkab kaitses. Säärane «eeskuju» on nakatav.

Väga tähtis on kaotada vahe põhikoosseisu ja reservmängijate vahel. Igal korvpalluril peab olema võimalus end kontrollivõistlustel, ka NSV Liidu meistrivõistlustel, näidata. Sellepärast, kui on vähegi võimalik, alustada mängu erinevate koosseisudega ja lasta võistlustest osa võtta maksimaalsel arvul mängijail. Ei tohi lasta ühelgi korvpalluril tekkida asendamatus tunnet, ka mitte ära võtta lootust meeskonda pääsemiseks. Ideaalne oleks, kui meeskonda pääsemiseks oleks terve konkurents. Kahjuks seda aga meie oludes peaaegu ei ole. Asendamatus toob kaasa karistamatuse ja see viib sageli kogu meeskonna katastroofi piirini. Sellepärast peab treener võitlema kõigi olemasolevate vahenditega säärase mängijate vastu. Ta ei tohi jätta reageerimata distsipliini ja režiimi rikumistele.

Iga üksikut võistlust tuleb erilise hoolega ette valmistada juba eelolevatel treeningutel. Vajalik on ette aimata vastaste taktikat. Selleks kasutada luuret, varem peetud mängude kogemusi ja märkmeid. Nende andmete põhjal koostada võimalikult üksikasjalik plaan selle kohta, kuidas keegi peab mängima rünnakul ja kaitses. Tuleb kasutada vastaste nõrkusi, isegi sel juhul, kui see esialgu ei võimalda rakendada oma tugevaid külgi. Vaagides oma meeskonna plusse ja miinuseid, tuleb näidata teed maksimaalse resultaadi väljamängimiseks. Ei tohi jätta muljet, et ei ole võimalusi vastastega võrdselt mängida ja neid võita.

Seoses üleminekuga NSV Liidu meistrivõistluste uuele süsteemile, väljasõitudega kohtadele, on korvpallis tekkinud terav probleem: oma ja võõras väljak. On tavaks saanud, et meeskonnad on kodus edukamad. Siin on tähtis mängija psüühika. Treeneril tuleb näidata ja selgitada võõral väljakul hästi esinemise võimalusi ja vajadust. See nõuab iseloomu karastamist ja mängija võitlejaomaduste tõstmist. Korvpalluritel peab olema selge, et ainult säärasead mängijad võivad pääseda NSV Liidu koondmeeskonda ja seal püsida, kes mängivad kõik tähtsamad kohtumised võõral väljakul ja seega raskemas õhkkonnas. Publiku maruline oma meeskonna toetamine peaks just sundima-mobiliseerima külalisvõistlejat võõral

väljakul, mitte aga tekitama kaootilisust. Kasulik on aeg-ajalt muuta treeningupaika, et ei kodunetaks n.-õ. koduväljakuga, eriti just enne väljasõite.

Kohtunikega vaidlejatele, kaasmängijatega nurisejatele ja üldse emotsionaalsetele korvpalluritele on soovitav kasutada n.-õ. situatsioonitreeningut. Selle põhimõtte seisab järk-järgult suuremate ülesannete andmises.

1. Mitte reageerida kohtuniku tegevusele, oma ja partnerite ebaõnnestumistele (esialgu 10—20 min.).

2. Mitmel treeningul mitte millegagi väljendada oma emotsionaalset seisundit (isegi siis, kui selleks on õigus).

3. Sama teha võistlustel.

### Kokkuvõte

Tänapäeva korvpalli treeningusüsteemi iseloomustavad suured koormused, mida saavutatakse kõrge intensiivsusega harjutustega. Suuri koormusi kasutamata ei ole võimalik edu saavutada. Intensiivsuse tõstmisel on veel suur kasutamata reserv koos treeningumetoodika täiustamisega. Sääraste treeningute läbiviimisel on tähtis treeningutöö õige planeerimine, mis peab kindlustama koormuse ja puhkuse õigeaegse vaheldumise, pideva tööga kindla aluse loomise, intensiivsuse järkjärgulise suurendamise, üksikute treeningu osade (kehalise, tehnilise ja taktikalise) ratsionaalse suunatluse.

Raske on leida spordiala, kus meeskonna edu niipalju oleneks treenerist kui korvpallis. Treenerid otsivad pidevalt uusi võimalusi oma õpilaste kiiremaks arendamiseks. Just treener on see, kes määrab ettevalmistuse sisu, mis proportsionaalselt peab vastama mängijate tehnilistele ja taktikalistele oskustele, kehalistele võimetele ja eeldustele. Isegi õpitu jäägitu rakendamine võistluse olukorras on olnud treeneri meisterlikkusest. Korvpalliväljakuil ei kohtu ainult võistkonnad, vaid ka treenerite loominguline oskus ja tõekspidamised. Treeneri funktsioonid ei lõpe kaugeltki mitte üksikasjaliku luurega, mänguplaani väljatöötamisega, vaid sama tähtis on meeskonna oskuslik juhtimine võistlustel. Õigeaegsed vahetused, ratsionaalne reserve kasutamine, operatiivne mänguolukordadele reageerimine, ootamatud taktikalised muudatused, vahel isegi kõige väiksema pisisajana näiv fakt võib tasavägisel kohtumisel osutuda otsustavaks.

Meeskonna juhtimine on treeneri töös väga tähtsaks teguriks. Siin võib edu olla ainult suurte praktiliste kogemuste, pedagoogiliste teadmiste ja peene intuitsiooniga isikutel. Treenerit aitab tema töös psühholoogia, füsioloogia ja spordimeditsiini aluste ning seaduspäraste tundmine, nende oskuslik rakendamine.

Treener peab ajaga kaasas käima. Tal on vaja pidevalt täiendada oma teadmisi kõikvõimalike abinõudega: lugeda kirjandust, külastada teiste treenerite treeninguid, osa võtta seminaridest ja kursustest, osata kriitilise pilguga jälgida teiste meeskondade vahelisi kohtumisi. See tähendab — kvalifikatsiooni tõstmine on iga treeneri kohus!

## KIRJANDUS

1. NSV Liidu Korvpalliföderatsiooni Treenerite Nõukogu metoodilised juhendid.
2. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. М., ФиС, 1970.
3. Гандельсман А. Б. Физиологические основы методики спортивной тренировки. М., ФиС, 1970.
4. Гомельский А. Тактика баскетбола. М., ФиС, 1966.
5. Линдеберг Ф. Баскетбол: игра и обучение. М., ФиС, 1970.
6. Преображенский И. Н. Команда США. — Тренируются зарубежные олимпийские чемпионы. М., ФиС, 1971, стр. 71—87.
7. Рапп А. Большой баскетбол. М., ФиС, 1959, стр. 155—158.

## MÕNINGAID VÕIMALUSI KESK-PIKAMAAJOOKSJATE TREENITUSE JA SELLE DÜNAAMIKA HINDAMISEKS

A. Pisuke

Kergejõustiku kateeder

Jooksutagajärgede suurt paranemist, eriti viimasel aastakümnel, võib seostada eeskätt treeningumetoodika täiustamisega. Seejuures viiakse üha enam läbi jooksjate uuringuid, et saada informatsiooni, kuidas üks või teine treeninguvahend või nende kompleks avaldab mõju jooksjate organismile. See omakorda lubab enam teadlikult suunata treeninguprotsessi.

Millised oleksid aga näitajad, mis annaksid küllaldast informatsiooni kesk-pikamaajooksjatele vajalike võimete kohta, selles küsimuses ei ole kaugeltki selgust. Sellest tulenevalt pole ka küllaldasi andmeid (tuginedes kättesaadavale kirjandusele) nende näitajate dünaamika kohta aastase, mitmeaastase treeningu tulemusena. Paljude praktikute ja teoreetikute arvates oleksid aga vastavad andmed hädavajalikud, mistõttu selles suunas käivadki otsingud.

Kui mitmetel spordialadel, siinhulgas ka mitmetel kergejõustikualadel, on olemas siiski mõningaid iseloomulikke kontrollteste, mis küllalt hästi iseloomustavad sportlaste treenitusseisundit, selle dünaamikat, korreleeruvad hästi võistlustagajärjega, siis kesk-pikamaajooksu kohta seda väita ei saa. Tõsi, ka siin on rohkesti teste, funktsionaalseid proove. Kuid sageli on arvamused nende testide ja proovide kasutamise kohta ning tegelikud tulemused vastukäivad. Nappus valitseb testide osas, mis oleksid nii kergesti kasutatavad kui ka hästi informatiivsed.

Heidame kirjandusallikate põhjal pilgu **enamsoovitatud testidele**. Kuna kesk-pikamaajooksus esitatakse eriti kõrgeid nõudeid südame-vereringesüsteemile ning hingamis- ja tugiliikumisaparaadile, siis suur hulk teste on suunatud eespool märgitud süsteemide töövoime kindlaksmääramiseks.

Omaette küsimuseks on närvisüsteemi seisundi uurimine, mille osa ei või kaugeltki alahinnata.

Sama võime märkida ka selliste jooksutagajärgede osas arvestatavate faktorite kohta, mida käesolevas töös ei kasutata, nagu tehnika, taktika jm.

Mitmed autorid (A. Gandelsman ja K. Smirnov (1); M. Raskin, (2) G. Markovskaja (3) jt.) väidavad, et **puhkepulsi** jälgimine aitab määrata treenitusseisundit, pulsi alanemine viitab treenituse tõusule. Järelikult suurimat huvi ei paku niivõrd löögisageduse absoluutsed väärtused, kuivõrd selle dünaamika treeninguperioodi vältel. V. Vassiljeva näeb bradükardias kõige iseloomulikumat organismi kohanemise tunnust kestvaks tööks.

I. Knjazjev<sup>4</sup>, H. Sildmäe<sup>5</sup>, A. Viru ja E. Viru, J. Pärnat<sup>6</sup> jt. täheldasid suuremat **tööpuhust südame löögisagedust** väiksemate funktsionaalsete võimetega isikutel.

Kindla doseeritud töö puhul on enamtreenitul madalam löögisagedus, võrreldes mittetreenituga.

H. Reindell ja W. Gerschler<sup>7</sup>, G. Schleusing, W. Seifert<sup>8</sup>, S. Letunov, R. Motõljanskaja<sup>9</sup> teevad vastupidavusaladel suure panuse **südamemahule** ja nn. **vastupidavusindeksile**, väites, et need tõusevad kvalifikatsiooni tõusuga.

S. Letunov, P. Motõljanskaja jt. peavad **südame ja vererõhu** näitajaid heaks treenituse määramise vahendiks eriti siis, kui neid vaadelda dünaamikas.

G. Schleusingi ja W. Seiferti<sup>8</sup> andmeil on tööpuhune maksimaalne vererõhk treenituil kõrgem. Kõrgema kvalifikatsiooniga ja treenitud sportlastel alaneb vererõhk pärast pingutust kiiremini.

V. Vassiljeva jt.<sup>10</sup> näevad head kohanemist suhteliselt väiksemas **pulsisageduses taastumisperioodil** ning maksimaalse vererõhu suuremas alanemises 3 min. jooksul pärast tööd. E. Hanson, A. Viru ja H. Sildmäe<sup>11</sup> soovivad tööpuhuse südame löögisageduse ja vererõhu vahetuse kasutatud koormuse juures võtta aluseks vereringe ökonoomsuse hindamiseks. Nad näevad maksimaalse vererõhu tõusu prevaleerimises südame löögisageduse kiirenemise üle head kohanemist.

Mitmete autorite järgi näitab **hingamispeetus** südame-vereringe- ja hingamissüsteemi summaarse potentsiaali võimsust (E. Zelikson, A. Krestovnikov, V. Dobrovolski<sup>12</sup> jt.). Arvatakse, et sellega on võimalik küllaltki tõhusalt määrata organismi O<sub>2</sub>-võla ulatust ja leelisreservi. T. Gureton<sup>13</sup> näeb hingamispeetuses katset, mille abil on võimalik määrata kindlaks organismi vastupidavusvõimet lihastes tekkinud happelistele ainevahetusproduktidele. Treening, mis on suunatud leelisreservide ja vastupidavuse suurendamisele, suurendab ka hingamispeetuse kestust.

**Maksimaalne ventilatsioon** V. Rõškova<sup>14</sup> järgi näitab oskust ära kasutada hingamisaparaadi (vitaalkap.) võimekust organismile esitatud kõrgendatud nõudmiste puhul. Maksimaalne ventilatsioon tõuseb tavaliselt sportliku vormi saavutamise ajaks 10—40 l võrra.

Perifeerse vere mõningate näitajate kohta võib esile tuua alljärgmist.

P. Gudž ja kaasautorid<sup>15</sup> väidavad, et mida rohkem on **erütrotsüütides hemoglobiini**, seda enam varustatakse lihaseid hapnikuga, seda enam on eeldusi vastupidavustööks. Autorid täheldasid treenituse tõusuga erütrotsüütide hulga suurenemist veres, Hb-hulga suurenemist erütrotsüütides.

G. Schleusing ja W. Seifert<sup>8</sup> aga ei täheldanud olulisi erinevusi treenitud ja treenimata sportlastel erütrotsüütide arvus ja Hb-hulgas. K. Rompotti<sup>16</sup> andmeil langeb 3—6-nädalase treeningu järel Hb-hulk (vereplasma maht tõuseb), hiljem saavutatakse tasakaal ja sportlane saavutab teatud vormi. J. Pärnat<sup>23</sup> märgib, et erütrotsüütide arvu vähenemisele võib viia ka tugev anaeroobse suunitlusega treening, samal ajal Hb-hulk ei pruugi langeda. Kuid ka kroonilise ületreeningu puhul täheldas A. Laputin<sup>17</sup> Hb-hulga vähenemist, mistõttu igal konkreetsel juhul tuleb arvestada kaht võimalust — kas vähenemine on plasma mahu suurenemisest või erütrotsüütide lagunemisest tingitud.

Treeningu tagajärjel täheldatakse **vere reservleelisuse** tõusu. M. Timofejevi ja B. Gippenreiteri (18) andmeil tõuseb see 10—20%. T. Netti (19) andmeil põhjustavad eeskätt just kiiremas tempos läbiviidud treeningud leelisreservide suurenemist.

Energeetilisi protsesse silmas pidades etendavad kesk-pikamaajooksudes olulist osa nii **aeroobsed** kui ka **anaeroobsed** protsessid, mistõttu funktsionaalsed proovid nii aeroobse kui ka anaeroobse töövõime kindlaksmääramiseks pakuvad suurt huvi.

Organismi aeroobset töövõimet iseloomustab eriti hästi **O<sub>2</sub>-tarbimise maksimum ja maksimaalne O<sub>2</sub>-pulss** (N. Volkov (20), A. Viru ja J. Pärnat (21) jt.).

N. Volkovi jt. andmeil on sportlastel O<sub>2</sub>-pulsi arvulised väärtused suuremad kui mittesportlastel nii mõõduka kui ka maksimaalse intensiivsusega tööl.

Ka O<sub>2</sub>-lagi on kõrgema kvalifikatsiooniga treenitud sportlastel suurem.

Anaeroobse võimekuse näitajatena tuuakse esile eeskätt **O<sub>2</sub>-võlga ja piimhapet** (F. Henry ja C. Moor (22), N. Volkov (21), J. Pärnat (23) jt.), mis on eriti oluline 400 ja 800 m jooksus.

N. Volkov ja kaasautorid (24) ning J. Pärnat (23) leidsid, et sageli kaasnevad kõrgemale aeroobsele töövõimele ka suuremad anaeroobse töövõime näitajad.

Üldiselt tunnustatakse seisukohta, et piimhappe hulga maksimaalväärtused sõltuvad töö intensiivsusest ja treenitusseisundist (N. Jakovlev, N. Jananis, A. Korobkov — 25).

Eespool toodu ja treeningupraktika põhjal kerkisid üles küsimused:

1. Millised on eespool käsitletud näitajate arvulised väärtused keskmise kvalifikatsiooniga jooksjail?

2. Milline on nende näitajate seos võistlustulemuse, töövõime või treeningu mõningate näitajatega? Millised neist oleksid enam-informatiivsed?

3. Kuidas muutuvad mõningad meie poolt valitud näitajad treeningu tagajärjel?

Nende küsimustele vastamiseks viidi läbi spetsiaalsed vaatlused.

Viiekümne seitsmel nais- ja meesjooksjal (kesk-pikamaajooksjal) viidi 2—4 korral 1,5—2-kuiste intervallidega läbi uuringud. Meesjooksjaid uuriti seejuures neljal, keskmise kvalifikatsiooniga naisjooksjaid samuti neljal, algajaid naisjooksjaid kahel korral. Uuringud viidi läbi TRÜ Lihastalitluse Laboratooriumis sealse kollektiivi kaasabil.

Töövõime näitajatest võeti vaatluse alla: a) 3-minutiline töö veloergomeetril (maks. pöörete arv); b) 500/1000 m jooks vastavalt naistele ja meestele ning c) vahetult laboratoorsele uuringule järgnenud võistlushooajal saavutatud parim tagajärg. Saadud tulemused töötati läbi matemaatilisel-statistiliselt. Vaatlustulemused on toodud tabelis nr. 1.

Koheselt tuleb märkida, et üksiknäitajaid, mis kümnel erineval mõõtmisel alati korreleerusid kas tagajärgjega või töövõimega veloergomeetril, me ei täheldanud. Küll aga esines väga erinevaid seoseid ja seoste kombinatsioone erinevatel vaatlustel.

Töötamisel veloergomeetril esines algajail naisjooksjail mõlemal korral usutav seos töövõime ja vitaalkapatsiteedi vahel (see esines ka meesvaatlusaluste grupil ühel vaatlusel). Maksimaalne ventilatsioon andis usutavad korrelatsioonid kahel juhul, südame maht kahel juhul, pöörete arvu ja kehakaalu suhe neljal korral, Brocca indeks neljal korral (sellest kolmel korral negatiivse seose) — kõik neli korda esines see naisjooksjail.

Ilmselt suhteliselt suurema kehakaaluga ja lühemail jooksjail on veloergomeetril töövõime suurem.

500/1000 m jooksu kasutati 6 vaatlusel. Ühel juhul (algajad naisjooksjad) tuli ilmsiks usutav seos jooksu tagajärje ja pöörete arvu vahel.

3 korral andis TPS usutava seose, kahel korral maksimaalne ventilatsioon.

Parim tagajärg korreleerus naisjooksjail kolmest võimalikust kahel korral usutavalt maksimaalse ventilatsiooniga, meestel esines samasugune seos vastupidavuse indeksi, TPS-i ja tagajärje vahel. Siit kerkib küsimus, kas mitte naisjooksjail, kelle rindkere ja tõenäoliselt ka hingamislihased on vähem arenenud kui meestel, pole mitte hingamislihaste tööjõudlus küllaltki oluliseks teguriks sportliku saavutusvõime määramisel keskmajooksus. Hingamis-aparaadi funktsionaalsete näitajate võrdlemisel huvitas meid küsimus, kas maksimaalse ventilatsiooni ja vitaalkapatsiteedi vahel



TRÜ keskmaajooksjate (N ja M) mõningate vaatlusandmete võrdlus  
(ettevalmistava perioodi lõpu uuring)

	Vaatlusandmed	Mehed	Naised	$d \pm m_d$	t P	Nihked võrreldes ettevalm. perioodi alguse uuringuga	
						M	N
1.	Vanus	$21 \pm 0,5$	$21 \pm 0,6$	0			
2.	Treeningustaaž	$5 \pm 0,6$	$6 \pm 0,4$	$-1 \pm 0,7$	$1,35 > 0,05$		
3.	Pikkus	$176 \pm 1,5$	$166 \pm 1$	$10 \pm 1,8$	$5,62 < 0,01$		
4.	Kehakaal	$69 \pm 1,9$	$59 \pm 10,6$	$10 \pm 2,2$	$4,55 < 0,01$	-2	0
5.	Puhkepulss	$50 \pm 1,3$	$57 \pm 1,2$	$-7 \pm 2,24$	$3,12 < 0,01$	-5	-5
6.	Kopsumaht	$5,1 \pm 0,15$	$3,3 \pm 0,08$	$1,8 \pm 0,17$	$10,6 < 0,01$	+0,2	+0,1
7.	Maksimaalne ventilatsioon	$154 \pm 4,3$	$123 \pm 4,8$	$31 \pm 6,52$	$4,76 < 0,01$	+48	+52
8.	Hingamispeetuse kestus	$112 \pm 10,1$	$67 \pm 4,2$	$45 \pm 10,9$	$4,14 < 0,01$	+16	+15
9.	Oksühemoglobiini %	$72 \pm 3,4$	$86 \pm 1,8$	$-14 \pm 3,87$	$3,62 < 0,01$	-8	-8
10.	Maksim. RR enne tööd	$127 \pm 8,3$	$121 \pm 1,8$	$6 \pm 8,51$	$0,70 > 0,05$	+5	-2
11.	Minim. RR enne tööd	$80 \pm 2,1$	$80 \pm 1,7$	0		-14	-14
12.	Pulss enne tööd	$72 \pm 2,7$	$88 \pm 3,9$	$-16 \pm 4,74$	$3,37 < 0,01$		
13.	TPS	$399 \pm 6,8$	$416 \pm 377$	$-17 \pm 11$	$1,55 > 0,05$	-3	-7
14.	Pulss töö lõpul	$182 \pm 2,0$	$182 \pm 1,9$	0		+2	0
15.	Maks. RR töö lõpul	$211 \pm 4,1$	$186 \pm 3,3$	$25 \pm 5,26$	$4,75 < 0,01$	+20	+2
16.	Südamemaht	$931 \pm 34,3$	$668 \pm 17,6$	$263 \pm 38,5$	$6,83 < 0,01$	+101	+55
17.	Reservelelisus	$57 \pm 0,78$	$55 \pm 1,02$	$2 \pm 1,27$	$1,57 > 0,05$	0	+3
18.	Erütrots. arv (mil/mm <sup>3</sup> )	$4,8 \pm 0,11$	$4,11 \pm 0,11$	$0,69 \pm 0,156$	$4,36 < 0,01$	+0,27	+0,03
19.	Hemoglobiini %	$83 \pm 1,35$	$79 \pm 1,43$	$4 \pm 1,96$	$2,22 < 0,05$	-1	-2
20.	Pöörded veloergo- meetril	$338 \pm 3,2$	$245 \pm 3,9$	$93 \pm 5$	$18,6 < 0,05$	+30	+20

esineb korrelatsioon. Usutav korrelatsioon oli meestel ja algajail naisjooksjail. Võib arvata, et usutava korrelatsiooni esinemine oleks loomulik kõigil vaatlustel. Mitteesinemise põhjuseks võivad olla kas oskamatus maksimaalselt ventileerida või muud tegurid, mille puudulikkus ei võimalda vaatlusalusel oma kopsumahtu ära kasutada maksimaalseks ventileerimiseks (näit. hingamislihaste nõrkus, ebaotstarbekas vahekord hingamissageduse ja hingamis-mahu vahel jm.). Vähenenud korreleerumine veloergomeetril töövõime ja jooksutagajärje vahel keskmaajooksus püstitab küsimuse, kas selle põhjuseks ei ole mitte see, et jooksmisel tuleb iga sammuga viia edasi oma keharaskust, mistõttu erinevused keha raskuses võiksid olla korrelatsiooni välistajaks jooksu tagajärje ja pedaalipöõrete vahel. Kuid statistiliselt usutav korrelatsioon puudus ka pedaalipöõrete arvu ja kehakaalu jagatise ning jooksutagajärje vahel.

Nähtavasti on korrelatsiooni puudumine seotud küllaltki oluliste erinevustega liigituskoordinatsioonis. Jooksu tagajärgede puhul soodustavad hästi väljakujunenud liigutusvilumused organismi võimete täielikumat ärakasutamist. Sellised soodsad seosed puuduvad aga meie vaatluskontingendil suhteliselt võõrama kehalise tegevuse, jalgratta pedaalitallamise juures.

Korrelatsiooni puudumine jooksutagajärje ja pedaalipöõrete arvu vahel ei välista tööd veloergomeetril ja seejuures registreeritud näitajaid jooksjate funktsionaalsete võimete ja selle dünaamika efektiivse esiletõojana. Maksimaalse pingutuse puhused nihked südame-vereringesüsteemi näitajais toimuvad siin analoogiliselt jooksule. Pealegi on siin mõõtmisi lihtsam läbi viia.

Meie poolt valitud mitmesuguste organite ja süsteemide funktsionaalsete jm. näitajate võrdluse põhjal järeldame, et kuigi mõnined näitajad (TPS, puhkepulss, vastupidavuse indeks, maksimaalne ventilatsioon, vitaalkap., südamemaht jt.) iseloomustavad küllaltki hästi kesk-pikamaajooksjate organismi töövõimet ja selle dünaamikat, ometi pole nelja erineva vaatlusseeria analüüsi põhjal alust väita, et mingi üksik näitaja eraldi võetuna oleks lineaarses seoses tagajärjega kesk-pikamaajooksus ning et ainuüksi seda võiks kasutada jooksja vastupidavuse ja selle dünaamika nn. baromeetrina. Eespool öeldu räägib komplekssete uuringute kasuks, mille raames aga südame löögisageduse (siinhulgas ka puhkepulss, TPS jt.), vastupidavuse indeksi, maksimaalse ventilatsiooni ja arteriaalse vererõhu näitajad kompleksis iseloomustavad täielikumalt vastupidavust ja selle dünaamikat. Seejuures on huvitav märkida, et TPS-i võib kasutada nii maksimaalse kui ka doseeritud töö puhul (kaheksast uuringust kuuel korral esines küllaltki kõrge usutav seos maksimaalse ja doseeritud tööpuhuse TPS-i vahel («r» varieerus 0,580—0,773 vahel)). Järelikult ei ole meil alati vaja teha maksimaalset pingutust, et saada ülevaadet

südame-vereringesüsteemi taastumise võimest ja töövõimest. Enamasti piisab kindlast doseeritud tööst, mis peaks olema mitte liialt kerge ega liialt raske, kõigile uuritavaile aga jõukohane.

Selle mooduse eelis — läbiviimise lihtsus ning mõõtmise läbiviimise võimalus loomuliku sportliku tegevuse juures kogu treeningugrupile.

Südame-vereringe- ja hingamisaparaadi kõrval etendavad olulist osa jooksuga otseselt seotud lihaste töövõime ja jõudlus.

Kuivõrd kere ning tugi-liikumisaparaadi üksikute lihasrühmade suhteline jõud on seotud keskmajooksu tagajärjega, viidi selle selgitamiseks läbi koos Kehakultuuriteaduskonna lõpetanu M. Kursiga lihasrühmade jõu mõõtmine 26 mees-keskmajooksjal. Kasutati H. Ungeri (26) poolt lihtsustatud A. Korobkovi, G. Tšernjajevi ja V. Tretjakovi meetodikat.

Arvutati korrelatsioonikoefitsient üksikute lihasrühmade suhtelise jõu ja tagajärje vahel.

Selgus, et keskmajooksjail omavad kõige olulisemat tähtsust taldmiste painutajalihas ( $r = -0,77$ ), puusaliigese painutajalihas ( $r = -0,52$ ), kere ja puusaliigese painutajalihas ( $r = -0,40$ ) ja kere ja puusaliigese sirutajalihas ( $r = -0,40$ ) jõud.

Siinjuures täheldati, et madalama kvalifikatsiooniga jooksjail esineb suurem seos kui kõrgema kvalifikatsiooniga jooksjail. Kõik eelõeldu lubab järeldada, et keskmajooksjail tuleb treeningus muu kõrval pöörata suurt tähelepanu eeskätt eelnimetatud lihasrühmade arendamisele.

Eelõeldu püstitab ka küsimuse, kas juba väljakujunenud jooksjail on vajadus üldise kehalise ettevalmistuse (ÜKE) raames tegelda mitmed tunnid nädalas igasuguste üldarendavate harjutustega kaalutlusel, et viimane on tunnistatud vajalikuks ja et nii paljud jooksjad teevad seda. Meie arvates on jooksjaile hädavajalikud harjutused järgmised.

1. Kordushüpped tasasel pehmel pinnasel, lumes, treppidel.
2. Mitmesugused variandid kõrge põlvetõstega jooksu, korduvad põlvetõstet lisaraskusega, kummidega.
3. Kõikvõimalikud harjutused kõhu- ja seljalihastele, kasutades varbseina, liivakotte, tõstekangi jne.

Millisel tasemel on suhteliselt kõrgema kvalifikatsiooniga keskpikamaajooksjate (I järk — rahvusvaheline meister) aeroobse ja annaeroobse võimekuse ning töövõime mõningad näitajad, kuidas need muutuvad mitmeaastase treeningu tagajärjel, selleks viidi läbi aastatel 1969—1972 12 kesk-pikamaajooksjal vastavate näitajate mõõtmised. Funktsionaalsed uuringud viidi läbi TRÜ Lihastalitluse Laboratooriumis meditsiinikandidaat J. Pärnati poolt, viimasel kahel aastal aspirant A. Nurmekivi aktiivsel osavõtul. Uuringutesse lülitusid ka üliõpilased L. Nõmm, H. Järviste jt.

Treeningukokkuvõtete ja -päevikute põhjal tehti kindlaks treeningumaht, võistlustagajärjed jm.

Seoste leidmiseks võeti vaatluse alla ka mõningad treeningunäitajad (treeningumaht, -kordade arv jm.). Oleme kaugel sellest, et näha treeningumahus jooksutagajärge otsustavat ainufaktorit, ning teame, et viimase osas on määravad suur kompleks nn. tegureid. Ometi meie arvates vähemalt jooksjate ettevalmistuse teatud astmel on ka maht üks olulisemaid näitajaid, seda muidugi juhul, kui treeningu doseerimine põhimõtteliselt toimub õieti (viimane on omaette oluline küsimus). Mahu kui ühe jooksutagajärge otsustava komponendi valimine uurimisobjektiks õigustab end ka seetõttu, et viimane on kergesti registreeritav ja regulaarselt jälgitav.

Lõpuks, rõhutame, et kuna vaatlusalusteks olid TRÜ kesk-pikamaajooksjad, siis kõik allpool toodud mõtted käivad antud juhul eeskätt nende kohta. Vaatlusaluste suhteliselt väike arv manitseb meid mitte tegema suuremaid üldistusi, kuigi kasutame statistilisi meetodeid.

Kokku viidi läbi kuus põhilist uurimisseeriat (ettevalmistava perioodi algul ja lõpul). Uurimistulemuste hindamisel märgime koheselt, et me ei ole (see käib ka eespool toodud vaatlusseeriade kohta) küllaldaselt kompetentsed lahti mõtestama kõigi näitajate, nähtuste füsioloogilist mehhanismi, selles osas jääme põhiliselt konstateerivale tasemele. Samal ajal pakub meile suuremat huvi pedagoogiline külg.

Meie vaatlustulemustel aeroobse töövõime suhtes oli enamikul juhtudel tendents suurenemisele, võrreldes ettevalmistava perioodi algusega. Seda aga sellel treeninguetapil taotletigi, see viitab üldjoontes treeninguprotsessi õigele juhtimisele. Siinjuures olulisi erinevusi  $O_2$ -tarbimise ja hapnikupulsi osas kesk- ja pikamaajooksjate vahel ei täheldatud.

Meie poolt on võetud kasutusele nn. treeningumetoodika (lähtudes meie vabariigi kliimaatilistest tingimustest), kus ettevalmistava perioodi põhiülesandeks on eeskätt aeroobse võimekuse arendamine, kusjuures ettevalmistava perioodi algul arendatakse eeskätt üldist vastupidavust. Ettevalmistava perioodi keskel lülitatakse sisse ka treeninguvahendid, mis arendavad erialast vastupidavust; perioodi lõpul aga hakatakse kasutama harjutusi, milles ülekaal kaldub vahendeile, mis arendavad erialast vastupidavust.

Kui perioodi algul ja keskel põhiliste treeninguvahendite kasutamine oli keskmaajooksjail analoogiline pikamaajooksjatega (erinevused mõningal määral mahus ja intensiivsuses), siis perioodi lõpul on erinevused suuremad. Keskmaajooksjatele lülitatakse sisse treeninguvahendeid anaeroobse võimekuse arendamiseks (lähtudes energia tootmise iseärasusest kesk- ja pikamaajooksus). Seejuures ei tohi vähemalt sellel perioodil lõivu maksta aeroobse võimekuse arvel.

Jälgides üksikuid näitajaid näeme, et TPS-i madalamad väärtu-

sed saadi pikamaajooksjail, kuid ka tööpuhused maksimaalsed pulsisväärtused olid viimastel väiksemad, südame suhteline maht aga suurem. Võib arvata, et pikamaajooksjail töötab süda suurema löögimahuga, millega saavutatakse töötavate organite adekvaatne varustamine verega.

Südame suurim absoluutne maht oli meistrijärguga maratoni jooksjal M. K. 1310 cm<sup>3</sup>, suhteline maht aga rahvusvahelisel meistril A. N. 19,5 ml/kg, seejuures vaatlusperioodi suurim südamemahajuurdekasv oli samuti esimesel sportlasel — 370 cm<sup>3</sup>. On huvitav märkida, et treeningu katkestamisel pikemaks ajaks tervislükel põhjustel alanes südame maht keskmaajooksjal L. K. 234 cm<sup>3</sup> võrra. Kõrgeim O<sub>2</sub>-lagi oli A. N. 85 ml/kg.

Hapnikuvõla suurim väärtus kesk-pikamaajooksjate grupis oli ka 800 meetris parimat aega näidanud keskmaajooksjal, suurim absoluutne väärtus (7,04 l) aga oli taas kõrge kvalifikatsiooniga pikamaajooksjal. Viimane seejuures näitas keskmadistantside hulka kuuluval 1500 m distantсил ka parimat aega. Märgime, et 1500 m distantсил on N. Volkov registreerinud ulatusliku hapnikuvõla (51%). Keskmaajooksjail võib täheldada hapnikuvõla suurenemist kevadest sügiseni, mis on ka loomulik, kuna just võistlusperioodil kasutatakse kõige enam treeninguvahendeid anaeroobse töövõime tõstmiseks (ka võistlusdistantсил esineb siin ulatuslik hapnikuvõlg (N. Volkovi andmeil 800 m jooksus 77%)). Pikamaajooksjail esineb aga vastupidine tendents, kuigi väikesel määral. Ilmselt sõltub siin võistlustagajärg eeskätt aeroobsest võimekusest, mis võistlusperioodil arvatavasti veelgi paraneb. Usutavat seost O<sub>2</sub>-võla ja tagajärje vahel 1969. a. uuringu tulemustes võib ehk seletada ka sellega, et sellel aastal pikamaajooksjate gruppi arvatud jooksjad startisid hooajal sageli ka keskmaajooksudes, kasutades küllalt palju vastavaid treeninguvahendeid. Ei tohi aga ka unustada taas N. Volkovi väidet, et näiteks 5000 m jooksul tekib 27%-ne hapnikuvõlg.

Kerkib üles küsimus, kas valitud töörežiimi juures veloergomeetril töötades kõik jooksjad suudavad saavutada hapnikuvõlga, mis esineb jooksutingimustes. Viimase kahtluse kutsuvad esile ka suhteliselt madalad keskmised piimhappe väärtused. Ka need näitajad on aga suuremad just kahel eespool toodud jooksjal, kellel esinesid kõrgemad O<sub>2</sub>-võla väärtused.

Lihaste anaeroobne võimsus (Margaria testi alusel) on keskmaajooksjail suurem kui pikamaajooksjail ning näitab esimestel pidevat tõusutendentsi (noorte jooksjate puhul on see loomulik, kuna suurenevad nn. kiiruslikud-jõualased näitajad), samuti tõuseb spordimeisterlikkus.

Kuigi ka pikamaajooksjail esineb aastast aastas keskmiste pidev tõusutendents, on ometi viimastel kevadistel mõõtmistel saadud väärtused väiksemad kui sügisesed näitajad. Põhjus peitub siin

arvatavasti suuremahulises aeroobses treeningus just ettevalmistava perioodi lõpul; intensiivsemate treeninguvahendite kasutamine kutsub esile tõenäoliselt ka lihaste anaeroobse võimekuse tõusu.

Erütrotsüütide arvu ja Hb-hulga osas lähevad meie andmed kokku G. Schleusingi ja W. Seiferti seisukohtadega, mille kohaselt erineva treenitusega sportlastel ei täheldata olulisi erinevusi ülal-märgitud näitajais. Muidugi jääb meie vaatluste kontingent napiks ulatuslikeks järeldusteks.

Eespool käsitletu põhjal võib konstateerida vaid üksikuid olulisi nihkeid näitajais. Võib arvata, et kuna tegemist on jooksjatega, kellel enne vaatlusperioodi algust oli seljataga juba mitmeaastane süstemaatiline erialane treening, ei väljendu nihked vaadeldud näitajais ulatuslikult.

Mitmel juhul takistab statistiliselt usutava nihke konstateerimist üksiknäitajate suur varieeruvus. Pidev paranemistendents oli südamemahul, vastupidavuseindeksil. Ka  $O_2$ -pulss ja  $O_2$ -lagi üldjoontes tõusid, kusjuures eriti selgelt väljendub paranemine sügisest kevade suunas. Ilmselt peakski suuremat huvi pakkuma lisaks mitmeaastasele jälgimisele eeskätt «sügis-kevad»-muutused. Korrelatiivsete seoste uurimisel huvitas meid eeskätt küsimus, millised näitajad korreleeruvad jooksutagajärgedega. Kolmel aastal järjest korreleerus üldkilometraaž usutavalt võistlustagajärgega.

Ülalkäsitletud seose korrelatsioonikordaja väga kõrged väärtused (0,81—0,88 piires) viitavad sellele, et meie uurimiskontingendil ja kasutatud nn. treeningusüsteemi juures kindlustab tagajärgede arengu just treeningumahu suurendamine. Kuna üldine kilomeetraaž jääb enamikul jooksjail maailma parimate standardist maha, on meie jooksjail suured perspektiivid tagajärgede parandamiseks juba ainuüksi treeningumahu suurendamise arvel (unustamata muidugi vahetõu intensiivsusega).

Omaette küsimus kerkib juhul, kui jõutakse nn. kriitilise piirini (meie arvates 7000 km aastas). Samas aga esineb küllaldaselt näiteid, kus parimad pikamaajooksjad saavutavad 10 000-se aasta-kilometraaži.

Kolmel korral korreleerus  $O_2$ -pulss usutavalt tagajärgega, mis viitab sellele kui olulisele näitajale. Treeningute arvu korreleerimine tagajärgega kolmel korral lubab paralleele tõmmata kilomeetraažiga. On ju võimatu kasutada suurt treeningumahtu väheste treeningute arvuga. Siinjuures kaldume toetama neid autoreid, kes soovivad harjutada pigem suurem arv kordi nädalas kui vastupidi ning seejuures väga suure koormusega. (Meie vaatlusalused harjutasid 6—10 korda nädalas). Negatiivse seose ilmsikstulek Margaria testi ja tagajärje vahel ( $r = -0,58$ ) sunnib arvama, et kui eelmärkitud test võib olla oluliseks testiks sprinteritel, mõningal juhul ehk ka «400—800 m tüüpi» keskmaajooksjail, siis pikamaajooksjail see näitaja on ebaoluline. Vähe sellest, pikamaajooksjail

on eeliseks suhteliselt väiksem kehakaal, ilmselt ka väiksem lihasmass. Samas pööratakse treeningutel ka vähem tähelepanu vastava võimsuse arendamisele.

Kokkuvõtteks võib öelda, et meie poolt valitud kesk-pikamaajooksjate võimekuse hindamise kontrollkatsete tulemused lähevad rea näitajate puhul kokku kirjandusallikais esile toodud treenitud sportlaste, ka kesk-pikamaajooksjate tulemustega. (Er. arv, Hb-hulk, südamemaht, vitaalkap. jm.), rea näitajate osas ei olnud kättesaadavad võrdlusmaterjalid (Margaria test, TPS jm.), seda just kesk-pikamaajooksjate osas.

Taas peame konstateerima, et korrelatsioonianalüüs ja üksikmõõtmiste tulemused räägivad komplekssete uuringute kasuks, kusjuures need aitavad treenerit sportlaste treeningukoormuse doseerimisel.

Taoliste uuringute läbiviimine regulaarselt mitme aasta vältel annab võimaluse hinnata kasutatud treeningu õigsust. Arvame samuti, et tänu taoliste uuringutele ja selle alusel treeningu korrigeerimisele, võttes arvesse uuringute tulemusi, õnnestus meil küllaltki parandada uurimiskontingendi võistlustulemusi. Omaette küsimuseks on ühe või teise kasutatava treeninguvahendi toime hindamine, kus taoline uuring on hädavajalik (kasutasime seda intervallmeetodi, raskendatud tingimustes treeningu jm. uurimiseks). Kõige selle teostamiseks on vaja aga laboratooriumi. Seal, kus taolised tingimused puuduvad, peab ilmselt piirduma puhkepulsi, TPS-i (nii maksimaalse kui doseeritud töö puhul) ja step-testi kasutamiseга. Ka Hb-hulk ja Er. arvu dünaamika jälgimine on paljudes kohtades võimalik. Arvame, et ka nende kergesti läbiviidavate testidega saab küllalt tõhusalt hinnata treenitust ja selle dünaamikat.

Eeltoodu oli tagasihoidlik katse kirjandusallikate, praktika jm. põhjal leida sobivaid funktsionaalseid proove ehk kontrollteste ühele nn. vastupidavusalale — kesk-pikamaajooksule. Statistiliste meetodite kaasabil püüti leida mitmesuguseid seoseid vastavate näitajate vahel. Lahtisi küsimusi on aga palju. Kindlasti on ka paremaid teste. Otsingud jätkuvad.

## KIRJANDUS

1. Гандельсман А., Смирнов К. Спорт и здоровье. М., 1963.
2. Раскин М. В. Пульс и кровяное давление при тренировке. — Труды ГЦНИИФК. О научных основах тренировки, 1941, 4, с. 131—151.
3. Марковская Г. И. Влияние спортивной тренировки на минутный и ударный объем сердца. Канд. дисс. М., 1953, с. 153.
4. Князев И. И. Радиотелеэлектрокардиографические исследования больших физических нагрузок. — Теория и практика физ. культуры, 1962, № 6, с. 65—68.
5. Sildmäe, H. Treeningu mõju nais-suusataja funktsionaalsetele näitajatele. — Eesti NSV tead.-met. konverents naiste kehalise kasvatuse ja spordimetoodika küsimustes. Tln., 1964., lk. 21—22.

6. Viru, A. A., Viru, E. A., Pärnat, J. K. Südame-veresoonte ja hingamisüsteemi talitluse dünaamika kui treenituse kriteerium. — VI vabariikl. tead.-prakt. konverents, spordimeditsiini ja ravikehakultuuri küsimustes pühendatud Eesti NSV 25. aastapäevale. Ettekannete materjalid. Tln. 1965, lk. 16—17.
7. Reindell, H., Gerschler, W. Das Intervalltraining. Physiologische Grundlagen praktische Anwendungen und Gefährdungsmöglichkeiten. München, 1962.
8. Schleusing, G., Seifert, W. Die Einwirkung von Training und Belastung auf das Blutbild. — Medizin und Sport, 1965, Nr. 4, S. 101—104.
9. Летунов С. П., Мотылянская Р. Е. Спорт и сердце. М., 1966, стр. 17—18.
10. Васильева В. В., Китаев В. Ф., Степочкина Н. А. Исследование сердечно-сосудистой системы пловцов. — Теория и практика физ. культуры, 1964, № 6, с. 42—45.
11. Hansson, E., Viru, A., Sildmäe, H. Vereringenäitajate muutused kiiruslike ja kiiruslik-vastupidavuslike pingutuste puhul. — Eesti NSV vabariikl. tead. met. konverentsi kehakultuuri ala. Konverentsi ettekanded. Tln. 1961, lk. 46—54.
12. Зеликсон Е. Ю., Крестовников А. Н., Добровольский В. К. Врачебный контроль при занятиях физической культурой. М., 1937, 258 с.
13. Cureton, T. K. Physical Fitness Appraisal and Guidance. St. Luis. 1947.
14. Рыжкова В. Максимальная вентиляция легких как метод определения тренированности и перетренированности спортсменов. — Спортивная медицина. Труды XII юбилейного международного конгресса спортивной медицины. Москва, 28 мая — 4 июня 1958 г. М., 1959, с. 157—160.
15. Гудзь П. С., Лапутин А. Н., Соболев Л. В., Кириенко Н. П. Некоторые морфологические данные к механизмам развития мышечной деятельности. — Материалы симпозиума по вопросам двигательной гипоксемии. Алма-Ата, 1965, 9 с., Напечат. на ротаторе.
16. Rompotti, K. The Blood Test as a Guide to Training. — Trak Technique 1960, Nr. 1. pp. 7—8.
17. Лапутин А. Н. Морфология селезенки и крови в условиях повышенной физической деятельности. — Материалы научн. конференции по физиологии труда, посвящ. памяти А. А. Ухтомского. Л., 1963, с. 208—216.
18. Тимофеев Н. В., Гиппенреймер Б. С. Физиология человека. М., 1956, с. 168—203.
19. Nett, T. Der Lauf. Berlin, 1961. 277 S.
20. Волков Н. И. Биохимические основы выносливости спортсмена. — Теория и практика физ. культуры. 1967, № 4, стр. 19—26.
21. Viru, A., Pärnat, J. Kehaliste harjutuste füsioloogia praktikum. Tartu 1970, lk. 63.
22. Henry, F. H., J. C. De Moor. Lactic and alactic oxygen consumption in moderate exercise of graded intensity. — S. Appel Physiol 1956, 8, (6) pp. 608—614.
23. Pärnat, J. Vereringe ja hingamissüsteemi talitus ning happeeleistasakaalu muutused kasvavate koormuste tingimustes. — Dissertatsioon med. teaduste kandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. Tartu 1970.
24. Волков Н. И. и др. Внешнее дыхание, газообмен и выносливость. — В сб. Выносливость у юных спортсменов. М., 1969, стр. 21—67.
25. Яковлев Н. М., Коробков А. В., Янанис С. В. Физические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. М., 1960, стр. 276—316.
26. Unger, H. Kuidas lihtsalt ja täpselt jõudu mõõta. — Kehakultuur, 1966, nr. 17.



## KEHALISTE HARJUTUSTE ORGANISATOORSED JA METOODILISED ISEÄRASUSED KESK- JA VANEMAEALISTE TERVISEVÕIMLEMISES

U. Sahva

Võimlemise kateeder

Tugev tervis on peamine ja vältimatu eeldus inimese kehaliste ja vaimsete omaduste arendamisel ja kujundamisel. See on orgaaniline seos, mis avaldub inimese võimes loovalt osa võtta ja töötada järjest arenevates, keerulisemates ja seetõttu ka raskemates ühiskondlikes suhetes ja tootmisprotsessides. Tänapäeva teaduslik-tehniline progress esitab kaasaja inimesele järjest suuremaid nõudeid, sest inimene ise on ja jääb ühiskonna tähtsamaks tootlikuks jõuks. See kõik aga eeldab, et inimese kehaliste võimete arendamisele tuleb osutada üha suuremat tähelepanu. Paljud praktikud ja teadlased ongi oma uuringutes käsitlenud neid probleeme ja püüdnud inimese kehaliste võimete arendamisega rajada teed tema kehalisele täiuslikkusele. Kuid ka siin tuleb leida üha uusi vorme, mis oleksid täielikus vastavuses uute ülesannetega ja aitaksid kaasaja tasemel lahendada väga olulisi sotsiaalseid probleeme.

Sisuliselt pole probleemid uued, uued on vaid situatsioonid, milles inimene viibib või hakkab viibima, tema igapäevane tegevussfäär. Sellega seoses esinevad muutused väärivad aga kõige tõsisemat tähelepanu ja suurt rakendusoskust kehakultuuri seisukohalt. Nn. mototeraapilise raviga, tema kaasabiga, suudetakse kõige kiiremini, efektiivsemalt ja tihti ka ainsa meetodina võidelda seni veel kahjulikult mõjuvate tegurite vastu.

Nii ongi paljud teadlased, nende hulgas V. V. Belinovitš /2, 3/, I. V. Muravov /13/, V. I. Zoldak /7/, G. I. Kukuškin /11/ ja paljud teised, ning mitmed teaduslikud asutused oma tähelepanu orbiiti asetanud just kesk- ja vanemaealiste kehakultuuriga tegelemise probleemid.

Uuriti inimese vananemisega seotud küsimusi, ealisi iseärasusi ja jälgiti kehakultuuri mõju tervise ja töövõime säilitamisel. Kahtlemata andis selleks mõjuva tõuke, eriti viimastel aastatel, uue pensioniseaduse kehtestamine, tänu millele sai enamikule vanemaealis-

test võimalikuks minna teenitud puhkusele. See aga tõi kaasa ka juhtumeid, kus vanema inimese organism nii järsku ei kohanenud uue eluviisiga ning tuli ette üpris raskeid tagajärgi.

Kirjanduse andmetele toetudes võib kinnitada, et kohanematus vältimiseks on järjest suuremas ulatuses rakendatud väga mitmesuguseid kehakultuuri vorme.

Üks massilisemaid vorme on töövõimlemine tootmistegevuses /18/, sellel on otsene seos I. M. Setšenovi aktiivse puhkuse teooria seaduspärasustega. Ja seda mitte üksnes üldises mõttes, vaid diferentseeritult, töö spetsiifikat arvestades. Mõistagi ei avalda see mõju ainult töötajale, vaid ka töörežiimi ja -tulemuste parandamisele /20/.

Vaatlusaluste probleemide mitmekülgsust aitavad valgustada ka sellised uurimused, kus lisaks töövõimlemisele on rakendamist leidnud massiliste tervistavate ürituste korraldamine ning mis on võimaldanud hinnata nende mõju töötajate kehalisele arengule /1,9/.

Meditiinilisest aspektist vaadatuna täheldatakse süstemaatilise kehakultuuri ja spordiga tegelemise mõju organismi vastupanuvõime suurendamises mitmesuguste haiguste suhtes /5/. V. I. Zoldaki /6/ andmetel põevad näiteks kehakultuurlased haigusi 3—4 korda vähem, kui need, kes ei tegele kehakultuuri ja spordiga. Kesk- ja vanemas eas see vahe suureneb aga 5—8 korrani.

Täiustamist on nõudnud ka organisatoorsed meetodid kehakultuuri ja spordi juurutamises, aga samuti uute progressiivsemate vormide rakendamine sporditöö massiliseks organiseerimiseks tööstusettevõtetes /4, 10/.

Kehaliste harjutuste mõju vaimse töö tegijale on eriti viimasel aastal olnud uurijate objektiks, kusjuures on leitud, et teatud liigutuste aktiivsus stimuleerib vaimset tööd. Soovitatud on peale võimlemisharjutuste harrastada veel kõndi, suusatamist ja füüsilise töö tegemist /14/.

Ka pikaajalise probleemil on tugev seos kehakultuurialase tegevusega /15, 19/, kusjuures isegi võistlusmeetodite kasutamist vanemas eas on loetud küllalt sobivaks, kui need on valitud aladel õigesti korraldatud ning tervikuna osutanud positiivset mõju antud ea inimeste organismile /8/.

Eespool toodu põhjal võib järeldada, et üldjoontes on kesk- ja vanemaajalisi uuritud väga mitmes profiilis. Positiivsete tulemuste kõrval on aga analüüsitud ka sellealase tegevuse kitsaskohti, eriti neid, mille lahendamine nõuab paremaid tingimusi kehakultuurialase tegevuse korraldamiseks ning võimlemiskomplekside suuresse vastavusse viimist töö ja inimeste eneste vajadustele. Töövõimlemine ei tohiks enam toimuda tootmisharude viisi, vaid inimeste järgi, kes seal töötavad /12/.

Suhteliselt vähem uurimist on leidnud küsimused, mis haaravad erinevate vanuste kehaliste harjutuste metoodikat, üksikute

harjutuste järgnevust tunnis ja mõningaid organisatsioonilisi küsimusi, mis on vahetult seotud tervisevõimlemise tunni kui ühe põhi-tegevuse, sisulise külje ja ka selle tunnivälise kehakultuuritegevuse valgustamisega.

Kahtlemata selleks, et orienteeruda kesk- ja vanemaealiste kehakultuurialase hariduse küsimustes, tuleb kõigepealt väga tähelepanelikult tundma õppida antud ea morfofunktsionaalseid võimeid, arvestades soolisi ja vanuselisi iseärasusi, kuid ka konkreetseid tingimusi, milles asutakse ülesannet realiseerima.

Viimastel aastatel on küll hakatud organiseerima suurepäraseid massiüritusi — matku, suusaretki, kala- ja jahimeeste üritusi jne. Kuid kõik see on perioodiline tegevus ja täidab vaid osaliselt kehakultuuri üldist eesmärki, stimuleerib seda ja sobib vahelduseks põhitegevusele — kindlale režiimile rajatud teadlikule ja plaanipärasele kehalisele tegevusele tervisevõimlemise rühmades, mida juhib metoodik või treener, ja mis on allutatud pidevale arstlikule kontrollile.

Niisiis ei saa enam paljusid sellealaseid probleeme vaadata üldistatult — kehakultuur on vajalik ja kasulik igale inimesele. Küsimusele tuleb läheneda sügavuti ja korraldada kehakultuurialane tegevus nii, et see oleks optimaalses vastavuses antud ea inimeste tervise, võimete ja vanusega ning annaks seejuures suurema kasuteguri.

Uheks tähelepanu nõudvaks küsimuseks on kehaliste harjutuste järjekord põhivõimlemise ehk tervisevõimlemise tunnis. Siin tahaksime appi võtta vaatluste kogemused, mida oleme saanud TRÜ õppejõudude meesvõimlemise rühma tegevusest 12 aasta jooksul /16, 17/.

Kesk- ja vanemaealiste kehakultuurialase tegevuse põhivormiks on kehaliste harjutuste tund. Tunnis kasutatakse lihtsaid konkreetseid ja emotsionaalseid kehalisi harjutusi, mida oma toimele vastavalt doseeritakse proportsionaalselt lihasmassiga.

Harjutuste sooritamise järjekorra aluseks on võetud lihasgruppide üldine tegevus, kuhu on koondunud kõige enam liigutuslikke komponente, s. o. millise kehaosa lihastik või lihasgrupp võtab põhilistest ja eritoimelistest liigutustest suhteliselt rohkem osa ehk omab kandvamaid funktsioone.

Nende reastamisel saamegi järgmise klassifikatsiooni.

Jalalihased, käelihased, seljalihased, külgmised saaglihased, kõhulihased, kaelalihased, rinnalihased, puusavöölihased.

Harjutuste toimet lihastele võime aga jaotada järgmiselt: elustavad (ettevalmistavad) harjutused, mille hulka kuuluvad hoo- ja lõdvestusharjutused, painduvusharjutused, jõuharjutused, vastupidavusharjutused, rahustavad harjutused.

Esitatud järjekorra aluseks võtmisel on lähtutud põhimõttest, et hoo- ja lõdvestusharjutuste kaudu ettevalmistatud lihas on vastuvõtlikum painduvusharjutustele, s. t. lõdvestatud lihast on ker-

gem venitada, painduvusharjutuste järel on lihas vastuvõtlikum jõuharjutustele, sest lihaskontraktsiooni diapasoon sellel puhul on ulatuslikum. Järgnevad harjutused vastupidavusele, kus on rakendamist leidnud üldiselt suurem arv lihasrühmi, ja lõpuks lõdvestus- ja hooharjutused organismi ja lihassüsteemi rahustamiseks, üleminekuks puhkeseisundisse.

Esitatud jaotused on toodud tabelis, mis näitab ära ka tervisevõimlemise tunni sisulise ja struktuurilise ülesehituse.

	I	II	III	IV	V
	ELUSTAVA	VENITUS-	JÕU -	VASTUPID-	LÕDVESTUS-
	TOIMELISED	TOIMELISED	TOIMELISED	TOIMELISED	TOIMELISED
JALAL					
KÄEL					
SELJAL					
KÜLJEL					
ÕLAL					
KÕHUL					—
KAELAL					—
RINNAL					—
PUUSAL				—	—
	JOOKS	HÜPLEM	JOOKS	JOOKS	KÕND

Nagu tabelist nähtub, on tervisevõimlemise tund üles ehitatud kindlas järjekorras, olenevalt lihasrühmast ja kindlale kehaliste harjutuste toimejärjekorrale. Viimaseid võiks vaadelda kui iseisvaid kontsentrilisi ringe, mis lõpetavad suurema ulatusega

dünaamilise tegevusega (jooks-hüpped), olles lihassüsteemile lõdvestuseks, kuid südame-veresoonkonna süsteemile ergutajaks. Vastavalt tunni pikkusele ja harjutajate ettevalmistamisele võivad II, III ja IV ringi harjutused kordamisele tulla, kuid nüüd juba tugevama toimega harjutuste vahendusel.

Seoses sellega, et tervisevõimlemise tunni eesmärgi, üldise kehalise ettevalmistuse tagamine toimub sisuliselt ja struktuurilt veidi erinevalt kui üldkehtestatult, võime siiski vaadelda I ringi (elustavatoimelisi harjutusi) kui tunni ettevalmistavat osa, mille pikkuseks peab olema vähemalt 15 min. II, III ja IV osa võib vaadata kui põhiosa ja V kui lõpetavat osa, millele, kui järgneb saun või dušš, tuleb eraldada umbes 5 min.

Et kesk- ja vanemaealistel langeb võime kiireks tegevuseks ja suhteliselt kauem püsivad võimed mõõdukaks harjutamiseks, mis nõuab isegi küllaldast vastupidavust, siis ei peaks ka tunni kõrval olema kõrget tippu tunni III–IV osal, vaid see peaks kujutama endast paraja kõrgusega platood üle terve põhiosa.

Harjutuste doseering ja nende sooritamise tempo peavad vastama antud vanusele ja ettevalmistusele. Keskealistele võib pakkuda rohkem harjutusi, kus pea on allpool. Vanematele harjutajatele eriti aga neile, kelle harjutamise staaž on väike, tuleb selliseid asendeid vältida, samuti ei ole siin kohased äkilised liigutused, spurdid, pidurdused ega kestdvad staatilised pingutused. Selle asemel tuleb aga suurt rõhku asetada hingamis- ja lõdvestusharjutustele.

Harjutused ise peavad olema konkreetised, nende toime igale harjutajale mõistetav. Kogemused näitavad, et keerulised ja n.ö. mittemidagiütlevad harjutused ei paku huvi harjutajatele ega pälvi soosingut.

Tunni koormuse ja tiheduse reguleerimine toimub põhiliselt harjutuste korduste arvu individuaalse suurenemise ehk vähendamise teel.

Tunnis peavad väga suurt osa etendama meetodik-treeneri oskused erineva tasemega inimestest koosneva rühma töö organiseerimiseks ja nende enesekontrolli vaatluste arvestamiseks. Ei maksa karta, et tunni jooksul on tublisti higistatud — nii see peabki olema, kuid tingimusel, et pärast ei tunta väsimust ega kurnatust.

Senised kogemused kinnitavad, et meie poolt valitud meetodid läbi viidud tunnid on kindlustanud hea enesetunde. Harjutajad, kellel oli tunni algul kaebusi, lahkusid reibastena, värsketena ja hea meeleoluga. Palju aitab kaasa muusikaline saade ja tunnil järgnev leilisaaun. Viimase kasutamine on muutunud tunni lahutamatuks osaks ja on end igati õigustanud.

Kokkuvõttes tuleb märkida, et märgatavalt on harjutajatel vähenenud haigustumiste arv, suurenenud töövõime (eriti kevadsemestril), tõusnud enesetunne, suurenenud püsivus tööks. Märga-

tavalt on paranenud kehalised võimed, rüht. Paljud on hakanud tegelema hommikvõimlemisega ja jooksega, peavad lugu kehalisest tööst ja tegelemisest teiste spordialadega. Kehakultuuri harastama on toodud perekonnaliikmeid ja sõpru, isikliku eeskujuga on mõjustatud ka üliõpilasi.

Kindlasti ei saa seda panna üksi võimlemistundide arvele, oma osa on siin kogu kehakultuurialasel tegevusel (sportmängud, suusamatkad ja turism).

Ei ole kahtlust, et sellise eduka kehakultuurialase tegevuse tagatiseks on hea ja üksmeelne kollektiiv ning tugevad traditsioonid. Väga populaarseteks on kujunenud rühmasisesed kevadised ja talvised spordimängud, kus käib tõsine sportlik võistlus mitmel aladel. Võimlemisrühmadel on ka oma spordibaas, kus sportliku tegevuse kõrval leiab rakendamist loova mõtte realiseerimine kehalise töö kaudu. Seni on see andnud väga positiivseid tulemusi polütehnilise ja kehalise ettevalmistuse täiustamise suunas.

Isiklikud kogemused töös kesk- ja vanemaealiste meeste võimlemisrühmaga on suutnud veenda, et juba ainult üheaastase regulaarse tegevuse järel osutus võimalikuks mitte üksnes ära hoida üldist võimete langust, vaid saavutada üldise tervise tugevdamise kõrval ka kehaliste ja funktsionaalsete võimete otsest arengut. Ja kui hea on tunnistada, et näiteks 60—65-aastase inimese morfofunktsionaalne seisund vastab 45—50-aastase inimese vastavale seisundile. Ta tunneb end tugevana, reipana, elurõõmsana ja töövõimelisena.

## KIRJANDUS

1. Бабаева Е. А. Вопросы классификации видов труда и групп профессий применительно к задачам производственной гимнастики. Сборник ЦС Союз Спорт. Общ. и Орг. ССР НМС, ЦНИИФК, Материалы к итог. научной сессии института за 1961 г. М., 1962, стр. 183—186.
2. Белинович В. В. К основанию задач и содержания производственной физкультуры. В кн.: Материалы к итоговой научной сессии института за 1963 г. ЦНИИФК, М., 1964, стр. 278—280.
3. Белинович В. В. Как организовать производственную гимнастику. М., «ФиС», 1966.
4. Дулинскас С. П. Развитие физической культуры и особенности физического совершенства трудящихся мужчин некоторых предприятий Литовской ССР. Дисс. канд. пед. наук. Каунас, 1972.
5. Еременко Р. А. Влияние различных форм массовой физической культуры на частоту простудных заболеваний трудящихся промышленных предприятий. — Теор. и практ. физ. культуры, 1971, № 3, стр. 49—51.
6. Жолдак В. И. Производительность труда рабочих, занимающихся физической культурой и спортом. — Теор. и практ. физ. культуры, 1966, № 2, стр. 61—63.
7. Жолдак В. И. Движение коммунистического труда и физическая культура. — Теория и практ. физ. культуры. 1967, № 5, стр. 5—7.
8. Жукова Н. Х., Захаров В. С. Влияние соревнований на лиц среднего и пожилого возраста, занимающихся физической культурой. — Теор. и практ. физ. культуры, 1965, № 4, стр. 69—72.

9. Коробков А. В. Изменение двигательной функции у людей среднего возраста. В кн.: Физическая культура людей разного возраста. М., «ФиС», 1962, стр. 258—292.
10. Караганова М. В. Физическая культура в труде, в быту рабочих текстильной промышленности. — Теор. и практ. физ. культуры, 1965, № 10, стр. 61—62.
11. Кукушкин Г. И. Физическая культура и научно-технический процесс. — Теория и практ. физ. культуры, 1965, № 10, стр. 1—10.
12. Муравов И. В. Проблема активного отдыха в современной физиологии и физической культуре. Вопросы активного отдыха трудящихся. Киев, изд. «Здоровье», 1970, стр. 33—37.
13. Муравов И. В. Научные основы активного отдыха и гимнастики на производстве. В кн.: Физическая культура и производство. М., 1969, стр. 54—57.
14. Нагорный В. Е. Мысль и движение. М., «Сов. Россия», 1969.
15. Осипов И. Т. Задачи, содержание и методика занятий физической культурой с лицами среднего и старшего возраста. В кн.: Физическая культура для лиц среднего и старшего возраста, под. ред. И. Т. Осипова. М., «ФиС», 1961.
16. Сахва У., Маароос Я., Кару Т. Оценка адаптации сердечно-сосудистой системы и физической нагрузки у лиц среднего возраста. — Медицинские проблемы физической культуры. Вып. I. Киев, изд. «Здоровье», 1971.
17. Сахва У. Э. Динамика физического развития и изменений осанки у студентов спортивных отделений ТГУ. Дисс. канд. наук. Тарту, 1968.
18. Скрябин В. В. К вопросу о сущности и характере активного отдыха в производственных условиях. — Физкультура и спорт в системе научной организации труда. Вып. 2. Свердловск, 1971, стр. 20—23.
19. Трофимов Н. В. Урок физических упражнений для лиц среднего и старшего возраста. В кн.: Физическая культура для лиц среднего и старшего возраста, под. общ. ред. И. Т. Осипова. М., «ФиС», 1961, стр. 22—39.
20. Фейгин С. Л., Ловицкая И. В. Производственная гимнастика в системе научной организации труда предприятия. — Теор. и практ. физ. культуры, 1969, № 2, стр. 61—63.
21. Шахвердов Т. Т. Физические упражнения улучшают умственную и физическую работоспособность. — Теор. и практ. физ. культуры, 1965, № 9, стр. 4—9.

## **КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ ТЕХНИКИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ СПОРТА**

**А. А. Вайн**

Кафедра физиологии спорта

Педагогический процесс становления и совершенствования технического мастерства спортсменов является весьма сложным и многогранным. На современном уровне развития спорта техническая подготовка играет большую роль при достижении высоких спортивных результатов. Несмотря на это, еще мало изучены основы оценки уровня технической подготовки спортсменов. Если раньше оценивался уровень технической подготовленности по внешней картине движений спортсмена на основе личного опыта тренера, то в настоящее время в ряде исследований [9, 21, 26, 15, 11, 2, 3, 4, 13, 14, 22] установлены критерии оптимальности спортивной техники по фактам, которые нельзя обнаружить при визуальном наблюдении выполнения спортивных упражнений.

Отсюда вытекает проблема создания научных основ для оценки оптимальности спортивной техники. Это позволило разработать соответствующие тесты и инструментальные методы для тренерской практики. К сожалению, в литературе приведенные критерии для оценки уровня технической подготовки не имеют достаточной научной обоснованности и определены с различных аспектов даже в отношении самого понятия термина спортивной техники. По-видимому, следует и решение названной проблемы начинать с определения самого термина «спортивная техника». Имеющиеся определения термина «спортивная техника» противоречивы и иногда существенно отличаются друг от друга. Сущность понятия спортивной техники в этих определениях не отражена в полной мере.

Большинство авторов определяют спортивную технику как наиболее экономный и эффективный способ решения двигательной задачи [24, 17, 23, 18, 8, 11]. Некоторые авторы рассматривают технику как специализированную систему одновременных и последовательных движений, направленную на рациональную организацию взаимодействия внутренних и внешних сил с целью наи-



более полного и эффективного использования их для достижения возможно более высоких спортивных результатов [12, 13, 27, 5, 19]. Вышеприведенные определения не могут быть приняты как общие определения спортивной техники, так как все варианты решения двигательной задачи, которые не являются эффективными и экономными, а также не обеспечивают высоких спортивных результатов, вообще не являются техникой данного спортивного упражнения.

Довольно простое определение спортивной техники дают: А. Тер-Ованесян [20]: техника спортивного упражнения — это способ его выполнения; Ю. К. Гавердовский [7]: техника упражнения — это вариант решения двигательной задачи, избранный исполнителем произвольно или вынужденно. Возникает вопрос: сколько таких способов или вариантов решения двигательной задачи? Видимо, бесконечное множество.

На наш взгляд, описанные определения не выявляют сущность и функцию спортивной техники и не позволяют при ее исследовании поставить перед исследователем четких задач. Так и происходит в действительности. Исследуются спортсмены различной квалификации и регистрируются различные биомеханические характеристики без представления о том, что нужно, сколько нужно и для чего?

В. Б. Коренберг [16] предлагает целую систему определений понятия спортивной техники. Нужно отметить, что приведенные определения обоснованы для применения в рамках одного вида спорта — гимнастики.

Более четкое определение понятия спортивной техники дано В. Н. Тугевич [21] — «под спортивной техникой понимается система элементов движения спортсмена, позволяющая ему решать двигательную задачу».

Применение понятия системы позволяет значительно лучше раскрыть содержание и функцию этого понятия. Здесь необходимо уточнить и понятие самой системы: «системой можно называть только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимодействия компонентов на получение фокусированного полезного результата».

Именно потому, что в нашей концепции результат имеет центральное организующее влияние на все этапы формирования функциональной системы, а сам результат является, несомненно, функциональным феноменом, мы и назвали всю архитектуру **функциональной системой**», — П. К. Анохин [1].

Применение понятий функциональной системы позволяет более полно раскрыть содержание термина спортивной техники, а также понять роль и задачи каждой подсистемы при достижении результата движений.

При определении понятия спортивной техники нужно учитывать физические и умственные качества, а также конституционные особенности спортсмена, так как в процессе освоения и совершенствования техники они играют исключительно важную роль.

Таким образом, под общим термином «спортивная техника» нужно понимать функциональную систему движений спортсмена, при помощи которой он преобразует свои физические и умственные качества и конституционные особенности в спортивный результат.

Кроме общего понятия «спортивная техника», нужно сформулировать и понятие техники, которая обеспечивает наилучшую реализацию качеств спортсмена в спортивный результат. Назовем такую технику оптимальной.

Под оптимальной техникой нужно понимать такую функциональную систему движений спортсмена, которая позволяет наиболее целесообразно реализовать его физические и умственные качества и конституционные особенности в высокий спортивный результат и сокращает до минимума возможность получения спортивных травм, учитывая при этом общие биомеханические особенности человека, объективные механические условия окружающей среды, тактическую ситуацию данного момента и правила соревнований [25, 28].

Под спортивным стилем следует подразумевать приспособление техники конкретного вида спорта к индивидуальным особенностям спортсмена [23]. Спортивный стиль отражается во внешней картине движений спортсмена и не влияет на общие биомеханические характеристики техники. Таким образом, стиль выражается в отдельных движениях конкретного спортсмена.

Общими критериями технического мастерства являются эффективность (высокий результат) и стабильность достижения высоких результатов [9, 10].

Несмотря на то, что техника каждого вида спорта имеет свои характерные черты, можно все виды спорта по технике разделить на три группы [9, 10]. Ряд исследований [10, 26, 21, 15, 2, 3, 4, 13, 14, 22] подтверждает, что определенные биомеханические характеристики и показатели можно рассматривать как критерий оптимальности техники данного вида спорта. Для одной группы видов спорта по технике критериями являются одни биомеханические характеристики, для другой группы — другие.

Первую группу видов спорта по технике составляют виды, требующие выполнения движений заданной формы и характера — гимнастика, акробатика, прыжки в воду, фигурное катание на коньках и др. Спортивный результат в этих видах спорта выражается в баллах за точность и выразительность исполнения. Оптимальность техники отражается на кинематических характеристиках, так как спортивный результат определяется по внешней картине движений спортсмена.

Наши исследования показали, что вариативность кинематических характеристик минимальная при оптимальной технике исполнения [26, 4, 5].

В виде примера описываем критерии оптимальности техники сальто назад с места. Биомеханическому анализу было подвергнуто 22 показателя 36 наблюдений. Коэффициент множественной корреляции между спортивным результатом и остальными показателями составлял 0,97. Это показывает, что 94% факторов, влияющих на спортивный результат, было включено в анализ. Путь максимальной корреляции по Выханду [6] показал, что спортивный результат коррелируется только показателями, отражающими кинематику движений спортсмена (рис. 1). Спортивный

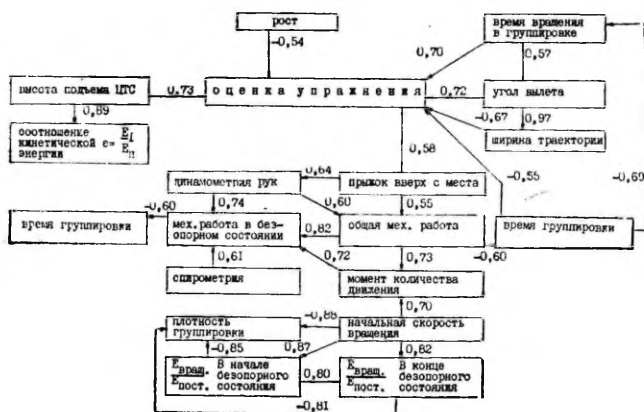


Рис. 1

результат имеет самую сильную статистическую связь с величиной вертикального перемещения общего центра тяжести (ОЦТ) 0,73 и со временем вращения в группировке ( $r=0,70^*$ ). С шириной траектории имеется отрицательная связь — 0,67.

С прыжком вверх с места имеется корреляция только 0,58. Отсюда следует, что не все исследуемые применяли оптимальную технику при реализации силы мышц нижних конечностей при прыжке в высоту сальто, которая в значительной степени влияет на полученный спортивный результат. Если выразить реализацию двигательного потенциала через отношение высоты сальто на результат прыжка вверх с места в процентах, то получим, что два мастера спорта, имеющие результат в прыжке вверх с места 0,73 и 0,71 м, имеют коэффициенты реализации соответственно 93% и 71%, спортивные результаты соответственно 9,9 и 8,7 балла.

\* Все приведенные коэффициенты корреляции статистически достоверны при уровне значимости  $p < 0,001$ .

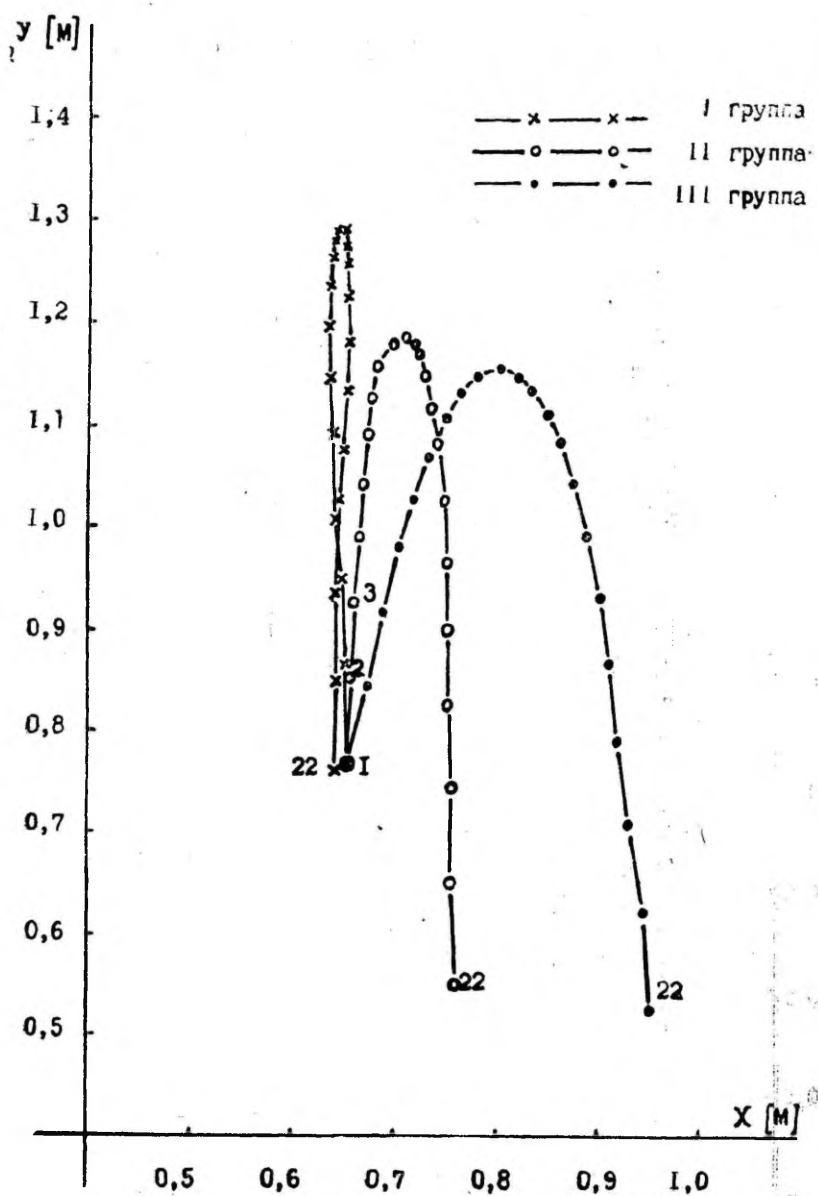


Рис. 2.

Если все проведенные эксперименты сгруппировать по полученным оценкам в три группы, чтобы в каждой из них было по 12 экспериментов, то можно по средним траекториям ОЦТ определить форму оптимальной траектории ОЦТ (рис. 2). Отсюда

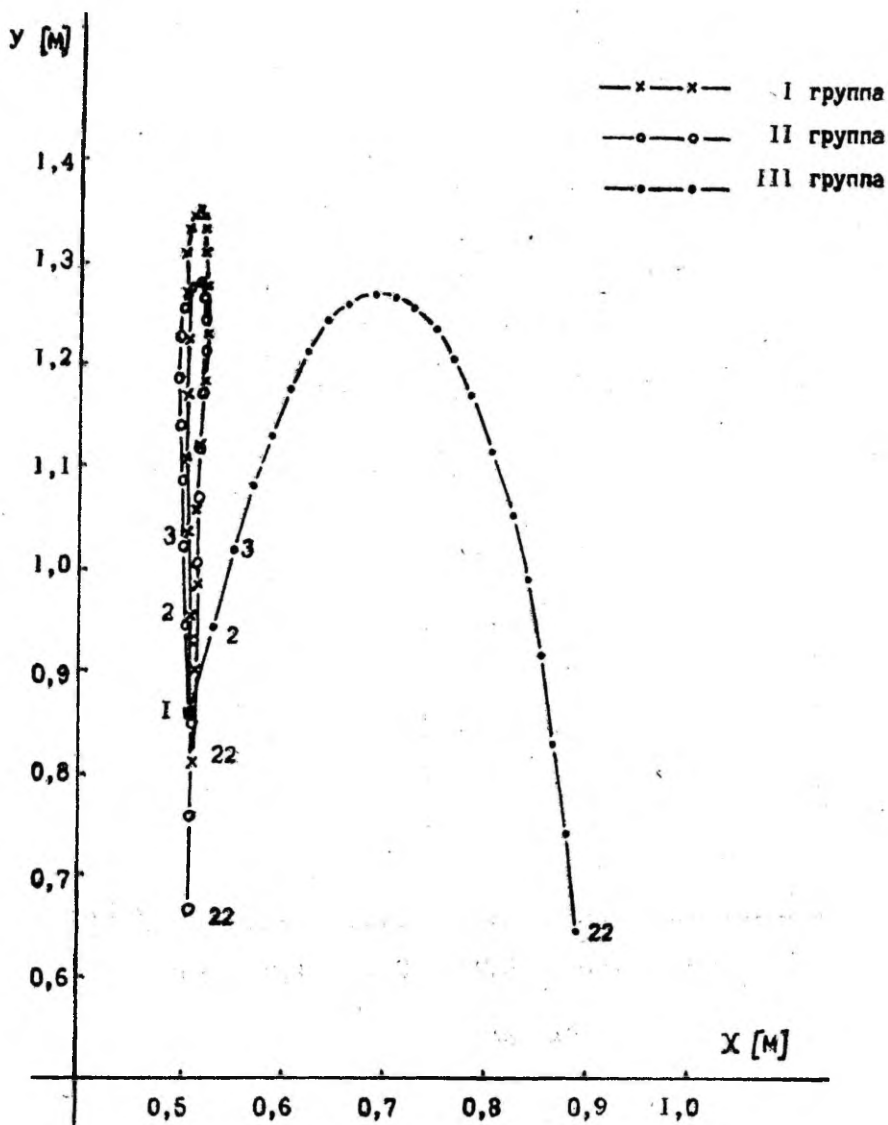


Рис. 3.

следует, что чем меньше горизонтальное перемещение ОЦТ, тем выше спортивный результат. При группировке экспериментов по ширине траектории получим, что средние спортивные результаты в этих группах имеют статистически достоверную разницу между всеми группами (рис. 3, таблица 1). Высота прыжка вверх с места не имеет статистически достоверной разницы в этих группах, но в высоте сальто имеется достоверная разница между первой и третьей группой.

Отсюда можно определить критерии оптимальности для первой фазы этого упражнения — отталкивание следует совершить так, чтобы траектория ОЦТ представляла собой вертикальный отрезок прямой.

Двигательной задачей следующей фазы является переворачивание вокруг фронтальной оси, проходящей через ОЦТ. Для этого спортсмен должен в конце отталкивания иметь определенную начальную скорость вращения и при помощи приближения частей тела к оси вращения, увеличить скорость вращения. Для создания начальной угловой скорости при вертикальной траектории спортсмен должен в конце отталкивания направить мах верхних конечностей назад и при торможении маха верхних конечностей вращаться вокруг фронтальной оси коленных суставов. Движения группирования начинаются сгибанием коленных суставов, затем тазобедренных и плечевых суставов. Описанная очередность движений группирования в безопорном состоянии обеспечивает максимальный поворот туловища и обеспечивает условия для устойчивого приземления. Как подтверждают наши исследования [26, 3, 4], перечисленные признаки можно принять и за критерии оптимальности техники этой фазы. Количественными критериями в данной фазе являются отношение времени вращения в группировке ко времени группирования и отношение момента инерции во время перехода в безопорное состояние к моменту инерции в конце группировки.

Основными критериями оптимальности в фазе приземления следует считать величину угла продольной оси туловища к вертикали в момент соприкосновения с местом приземления и динамической меры устойчивости во времени приземления.

При биомеханическом анализе сущности техники в этой группе видов спорта более информативными являются отношения кинетической энергии звеньев к кинетической энергии системы.

Легкая атлетика, лыжный спорт, плавание, тяжелая атлетика, гребля и др. составляют вторую группу видов спорта по технике. Двигательной задачей здесь является достижение максимального измеряемого результата. Оптимальность техники отражается на динамических характеристиках функциональной системы движений спортсмена. Стабильность и высокие показатели соответствующих динамических характеристик отражают оптимальность применяемой техники [21, 11, 15, 2, 14, 22]. Более общим количест-

Таблица 1

Биомеханические показатели	Группы	Средние результаты $\bar{X} \pm m$	Разницы			Достоверность различия между группами
			$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	
1. Ширина траектории ОЦТ [М]	1	$0,029 \pm 0,004$	0,100	0,327	0,227	$p < 0,05$
	2	$0,129 \pm 0,011$				$p < 0,05$
	3	$0,356 \pm 0,033$				$p < 0,05$
2. Высота сальто [м]	1	$0,486 \pm 0,026$	0,051	0,072	0,021	$p > 0,05$
	2	$0,435 \pm 0,020$				$p < 0,05$
	3	$0,414 \pm 0,013$				$p > 0,05$
3. Высота прыжка вверх с места [м]	1	$0,685 \pm 0,013$	0,021	0,031	0,010	$p > 0,05$
	2	$0,664 \pm 0,011$				$p > 0,05$
	3	$0,654 \pm 0,009$				$p > 0,05$
4. Начальная угловая скорость вращения спортсмена [рад/сек]	1	$2,216 \pm 0,073$	0,030	0,373	0,343	$p > 0,05$
	2	$2,186 \pm 0,090$				$p < 0,05$
	3	$1,843 \pm 0,063$				$p < 0,05$
5. Коэффициенты вариации угловой скорости [%]	1	$10,586 \pm 0,703$	3,073	5,868	2,795	$p < 0,05$
	2	$13,659 \pm 0,689$				$p < 0,05$
	3	$16,454 \pm 1,476$				$p > 0,05$
6. Коэффициенты вариации радиуса инерции [%]	1	$5,481 \pm 0,408$	1,605	1,996	0,391	$p < 0,05$
	2	$7,086 \pm 0,449$				$p < 0,05$
	3	$7,477 \pm 0,573$				$p > 0,05$
7. Оценки за исполнение упражнения в баллах	1	$9,166 \pm 0,139$	0,400	0,800	0,400	$p < 0,05$
	2	$8,766 \pm 0,105$				$p < 0,05$
	3	$8,366 \pm 0,087$				$p < 0,05$

венным критерием оптимальности является величина совершаемой спортсменом механической работы на единицу спортивного результата.

Двигательной задачей в третьей группе видов спорта является достижение конечного эффекта движений. Эту группу представляют спортивные игры, борьба, бокс, фехтование и др. За критерий оптимальности здесь следует принимать число различных вариантов техники и их применение в соревновательной ситуации для достижения конечного эффекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Теория функциональной системы. — «Успехи физиологических наук», 1970, т. I, стр. 19—54.
2. Бродов В. П. Исследование основных параметров двигательного цикла и их влияния на эффективность техники гребли на байдарках. Дисс. на соискание ученой степени канд. пед. наук. Л., 1971.
3. Вайн А. А. О биомеханических показателях оптимальности спортивной техники упражнений типа сальто. Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Львов, 1972, стр. 226.
4. Вайн А. А. Вариативность биомеханических характеристик движений спортсмена в безопорном состоянии. Тезисы докладов IV научно-методической конференции по вопросам спортивной тренировки. Таллин, 1972, стр. 14.
5. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте. М., 1970, стр. 35.
6. Выханду Л. К. Об исследовании многопризнаковых биологических систем. В сб. Применение математических методов в биологии. Изд. ЛГУ, Л., 3, 19—23.
7. Гавердовский Ю. К. Техника, стиль, мода. В сб.: Гимнастика, 1972, Вып. II, стр. 6—12.
8. Донской Д. Д. Спортивная техника. М., 1966.
9. Донской Д. Д. Количественные характеристики как критерии эффективности системы движений. Всесоюзный научно-методический семинар по проблеме «Кибернетика и спорт». Л., 1967, стр. 10—11.
10. Донской Д. Д. Законы движений в спорте. Очерки по теории структуры движений. М., 1968, стр. 134; 112; 154.
11. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники. М., 1971, стр. 259.
12. Дьячков В. М., Клевенко В. М., Новиков А. А., Преображенский И. Н., Савин С. А. Совершенствование технического мастерства спортсменов. М., 1967, стр. 11.
13. Совершенствование технического мастерства спортсменов (Педагогические проблемы управления) под общей редакцией В. М. Дьячкова. М., 1972.
14. Дынер Л. С. Исследование целенаправленной силовой подготовки конькобежцев в связи со спецификой их основной двигательной деятельности. Дисс. на соискание ученой степени канд. пед. наук. М., 1972.
15. Жигалов Ю. А. Экспериментальные исследования некоторых вопросов управления движениями в академической гребле. Дисс. на соискание ученой степени канд. пед. наук, Л., 1970.
16. Коренберг В. Б. Надежность исполнения в гимнастике. М., 1970, стр. 178—191.



17. Новиков А. Д. Теория и методика физического воспитания I том. Общие основы теории и методики физического воспитания. М., 1967, стр. 63—66.
18. Озолин Н. Г. Современная система спортивной тренировки. М., 1970, стр. 106—110.
19. Седов А. В. Техника велосипедиста. М., 1972, стр. 21—23.
20. Тер-Ованесян А. А. Спорт. Обучение, тренировка, воспитание. М., 1967, стр. 23—28.
21. Тугевич В. Н. Теория спортивных метаний (механико-математические основы). М., 1969, стр. 3—5.
22. Хромий Н. А. Экспериментальные исследования взаимосвязей биодинамических параметров и морфологических признаков для спортивной ориентации в гребле на байдарках и каноэ. Дисс. на соискание ученой степени канд. пед. наук. Л., 1972.
23. Hochmut, G. Biomechanik sportlicher Bewegungen. Sportverlag. Berlin 1967, s. 179—182.
24. Meinel, K. Bewegungslehre. Versuch einer Theorie der sportlichen Bewegung unter pädagogischem Aspekt. Volk und Wissen Volkseigener Verlag. Berlin, 1962, s. 242—252.
25. Saulepp, I., Parik, E., Vain, A. Riistharjuutste tehnika alused. Tallinn, 1971, lk. 7—9.
26. Vain, A. Liigutuste biomehaanikast toeta olekus. Väitekirj pedagoogikakandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. Tartu, 1969, lk. 17.
27. Vain, A. «Kehakultuuri» väike spordileksikon (biomehaanika). — Kehakultuur, 1970, nr. 11, lk. 336.
28. Vain, A. Sporditehnika mõistest. XIV vabariiklik teaduslik-metoodiline konverents kehakultuuri alal. Tartu, 1972, lk. 51—52.

## KEHALISTE HARJUTUSTE TEHNIKA OPTIMAALSUSE KRITERIUMID

A. Vain

Resümee

Sportliku tulemuse saavutamiseks peab inimene kasutama reeglina teistsuguseid liigutusi kui igapäevases tegevuses. Seetõttu on hakatud neid liigutusi nimetama vastava spordiala tehnikaks.

Spordialade tehnika üldtunnustatud definitsiooni ei ole veel välja töötatud. See puudujääk annab kõige teravamalt tunda sporditehnika biomehaanilise analüüsi meetodika väljatöötamisel ja optimaalse tehnika kriteeriumide määratlemisel.

Mingi spordiala tehnikat iseloomustavad liigutused on korras- tatud kindlaks süsteemiks. Selliseks korrastavaks funktsiooniks on sportlik tulemus. Biomehaanilisest aspektist tuleb sporditehnikat vaadelda kui sportlase liigutuste funktsionaalset süsteemi, mille abil ta realiseerib oma kehalised ja vaimsed võimed ning konstitutsionaalsed iseärasused sportlikuks tulemuseks sportliku liigutusesandele lahendamisel.

Optimaalse tehnika all tuleb mõista aga sportlase sellist liigutuste funktsionaalset süsteemi, mis võimaldab kõige otstarbekamalt realiseerida tema kehalised ja vaimsed võimed ning konstitutsio-

naalsed iseärasused kõrgeks sportlikuks tulemuseks, arvestades inimese üldisi biomehhaanilisi iseärasusi, ümbritseva keskkonna objektiivseid mehhaanilisi tingimusi ja antud hetke taktikalist situatsiooni ning võistlusmäärusi.

Liigutusülesande lahendamisel kasutatud tehnika optimaalsuse hindamiseks vajalike kriteeriumide leidmiseks jaotame kõik spordialad liigutusliku ülesande järgi kolme rühma.

Esimese rühma moodustavad spordialad, kus liigutuslikuks ülesandeks on sooritada varem kindlaks määratud kuju ja iseloomuga liikumine. Sportlik tulemus määratakse hindamise teel punktides. Siia rühma kuuluksid sportvõimlemine, iluvõimlemine, akrobaatika, iluuisutamine jne. Tehnika optimaalsuse kriteeriumideks on siin liigutuste funktsionaalse süsteemi kinemaatikat peegeldavad tunnusjooned (trajektoor, kiirused, kiirendused, rütm, tempo jne.) Loetletud tunnusjoonte divergeerumise ulatus iseloomustab liigutusvilumuse omandamise astet. Uurimused on näidanud, et mida väiksem on divergents, seda kõrgemad ja stabiilsemad on sportlikud tulemused.

Kergejõustik, suusatamine, ujumine, tõstmine, sõudmine jms. moodustavad teise spordialade rühma tehnika järgi. Neil spordialadel on liigutusülesandeks saavutada maksimaalne mõõdetav tulemus. Tehnika optimaalsus peegeldub sportlase liigutuste funktsionaalse süsteemi struktuuri dünaamikal.

Dünaamikat peegeldavate biomehhaaniliste tunnusjoonte stabiilsus ja kõrged väärtused vastavad optimaalsele tehnikale nendel spordialadel.

Kolmanda rühma spordialade juures on sportlikuks liigutusülesandeks saavutada liikumise lõppefekt. Spordialadest kuuluksid siia kõik sportmängud, maadlus, poks, vehklemine jne. Lõppefekti saavutamise tehnika optimaalsuse kriteeriumina tuleb siin vaadelda üksikute liikumise faaside tehnika varieeruvust. Mida mitmekesisem on lõppefekti saavutamise tehnika, seda suuremad on sportlase võimalused pidevalt muutuvates võistlussituatsioonides valida optimaalne tehnikavariant ja saavutada sportlik tulemus.

## ÜBER DIE KRITERIEN DER ZWECKMÄßIGKEIT DER SPORTLICHEN TECHNIK

A. Vain

### Zusammenfassung

Eine allgemeine anerkannte Begriffsbestimmung der sportlichen Technik fehlt. Dieser Mangel macht die Bestimmung der Kriterien der Zweckmäßigkeit der sportlichen Technik besonders schwer.

Die Bewegungen des Sportlers sind in ein funktionelles System geordnet. Das sportliche Ergebnis hat hier die ordnende Funktion.

Unter biomechanischem Aspekt kann man die sportliche Technik als ein funktionelles System der Bewegungen des Sportlers definieren, wodurch er seine physischen und psychischen Fähigkeiten und konstitutionellen Besonderheiten in sportlichen Leistungen realisiert.

Unter einer zweckmäßigen Technik versteht man ein solches funktionelles System der Bewegungen des Sportlers, das seine physischen und psychischen Fähigkeiten und konstitutionellen Besonderheiten in hohen sportlichen Leistungen am besten realisiert, wobei die allgemeinen biomechanischen Eigenschaften und Voraussetzungen der Menschen, die gegebenen objektiven mechanischen Umweltbedingungen und die jeweilige taktischen Situation bei Beachtung der Wettkampfbestimmungen berücksichtigt werden.

Für die Bestimmung der Kriterien der Zweckmäßigkeit der sportlichen Technik werden alle Sportarten auf Grund der Bewegungsaufgabe in drei Gruppen eingeteilt.

Die erste Gruppe bilden die Sportarten, wo die Bewegungsaufgabe darin besteht, vorherbestimmte Bewegungen auszuführen. Zu dieser Gruppe gehören das Gerätturnen, die Akrobatik, das Kunstspringen, der Eiskunstlauf u. a. Die Kriterien der Zweckmäßigkeit der Technik sind hier die biomechanischen Kennlinien, die die Kinematik des funktionellen Systems der Bewegungen des Sportlers widerspiegeln.

Die biomechanischen Kennlinien eines bestimmten Sportlers divergieren, wenn eine Leistungsentwicklung eingetreten ist. Unsere Untersuchungen zeigen, daß bei hohen Leistungen die biomechanischen Kennlinien minimale Divergenz haben.

Die Leichtathletik, der Skisport, der Schwimmsport, das Gewichtheben u. a. bilden die zweite Gruppe. Die Bewegungsaufgabe dieser Sportarten ist, den maximalen Wert des meßbaren sportlichen Ergebnisses zu erreichen. Die Zweckmäßigkeit der sportlichen Technik spiegelt sich in den dynamischen Kennlinien wider. Die Beständigkeit und die hohen Werte der dynamischen Kennlinien charakterisieren die Zweckmäßigkeit der sportlichen Technik dieser Sportarten.

Bei den Sportarten der dritten Gruppe ist die Bewegungsaufgabe, das Endziel der Bewegungen zu erreichen. Hierher gehören alle Sportspiele, der Ringkampf, das Boxen, das Fechten u. a.

Unter der Zweckmäßigkeit der angewandten Technik ist hier die möglichst große Zahl der verschiedenen Bewegungselemente zu verstehen. Das Endziel erreicht man am besten, wenn der Sportler in sich ständig ändernden Wettkampfsituationen die optimale Technik auszuwählen vermag.

## **ОБМЕННО-ГОРМОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ МИОКАРДА К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ И ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО РЕЗИСТЕНТНОСТИ ПРИ ТРЕНИРОВКЕ (обзор)**

**П. К. Кырге**

Проблемная научно-исследовательская лаборатория  
по основам мышечной деятельности

Гармоническое развитие человека в цивилизованном обществе неразделимо связано с физической культурой и спортом. Естественно, что в связи с ростом механизации и автоматизации производственного процесса число профессий, не дающих необходимого уровня двигательной активности, все время увеличивается. Биологическая закономерность необходимости функциональной активности в развитии и сохранении функции органа, впервые отмеченная W. Roux [62], отчетливо отражается в зависимости структуры и функции сердца от его ежедневной функциональной активности. При длительном отсутствии достаточной двигательной активности прежде всего страдает функция сердечно-сосудистой системы. Роль двигательной активности в регуляции сердечно-сосудистой системы настолько существенная, что типичные изменения, развивающиеся в результате сидячего образа жизни, объединили под общим названием гипокинетические заболевания [42]. В нашей стране созданы большие возможности для занятия физической культурой и спортом, но для полной реализации их необходима научно обоснованная система спортивной тренировки, а также профилактика болезней сердца физическими упражнениями. В обоих случаях эффективными оказываются только те нагрузки, которые соответствуют возможностям организма. Отрицательное влияние чрезмерных нагрузок на состояние организма, в частности сердца, хорошо известно. Физическое перенапряжение может сопровождаться тяжелым поражением сердечной мышцы даже у спортсменов, не говоря о нетренированных людях или больных с расстройствами функции сердца. Под влиянием чрезмерных нагрузок в сердечной мышце могут развиваться дистрофические изменения до образования мелких очаговых некрозов и в отдельных случаях — обширных некрозов, приводящих к смерти

[2, 4, 6, 7]. Известны смертельные случаи при занятии многими видами спорта. Развитию инфаркта миокарда в результате чрезмерного мышечного усилия способствуют многие факторы, как атеросклероз коронарных сосудов, очаги инфекции, недостаточная тренированность, перетренированность, суровые метеорологические условия и т. д. Однако некоторые подробно документированные случаи свидетельствуют о том, что при физическом перенапряжении некрозы миокарда могут развиваться и в здоровом организме [6]. В механизме развития сердечной недостаточности и инфаркта миокарда существенное значение имеют состояние самого миокарда, особенно его биохимизма. Предполагают, что нарушение функции и структурной интегральности сердца при перенапряжении связано с нарушением метаболизма электролитов, истощением энзиматических систем и дисбалансом гормонов [5—7]. Роль электролитов и гормонов в развитии некоронарогенных некрозов миокарда выяснена многочисленными исследованиями Н. Selye [24, 66] W. Raab [54, 55] E. Bajusz [25—27] и их сотрудников. В работах этих исследователей установлено, что определенные сдвиги в распределении электролитов в миокарде, в зависимости от их характера, сенсibiliзируют сердце, или повышают его резистентность к некробиотическому действию многих факторов. Превентивным действием обладают и различные неспецифические стрессоры, в том числе и мышечная работа, которые уменьшают соотношения Na/K в миокарде. Вышеприведенные работы свидетельствуют, что а) физические нагрузки могут повышать неспецифическую резистентность сердца, б) в механизме повышения резистентности миокарда важное значение принадлежит сдвигам ионов, в) чрезмерные физические нагрузки приводят к нарушению функции и структуры миокарда, основу которых, по-видимому, составляют и вышеописанные расстройства клеточного метаболизма. Однако в литературе мы нашли лишь некоторые работы, посвященные изучению влияния физических нагрузок на электролитный состав миокарда [19, 25, 26, 65]. Полученные результаты не позволяют характеризовать зависимость этих изменений от длительности и тяжести работы. Кроме того, в этих работах определяли только тотальное содержание электролитов в миокарде. В то же время известно, что функция клеток, в частности клеток сердечной мышцы, зависит не столько от содержания натрия и калия в миокарде, сколько от трансмембранного распределения этих электролитов [1, 13].

Систематические и комплексные исследования влияния различных по длительности и интенсивности физических нагрузок на метаболизм и морфологию сердца отсутствуют. Такие исследования, на наш взгляд, позволяют найти биохимические характеристики адаптации и перенапряжения миокарда при физической работе, что и явилось одной из задач настоящей работы.

В настоящее время накоплено довольно много фактов, свиде-

тельствующих об исключительно важной роли различных гормонов в регуляции метаболизма и функции сердца. Нарушения нейрогуморальной регуляции обмена веществ при нерациональном занятии спортом, если не приводят к острому повреждению миокарда, то становятся способствующим фактором развития раннего атеросклероза коронарных сосудов. Чрезмерная секреция катехоламинов и кортикостероидов может вызвать некрозы миокарда, особенно тогда, когда они действуют на фоне повышенного соотношения Na/K в миокарде [24, 66]. С другой стороны, неадекватное снабжение миокарда гормонами надпочечников приводит к нарушению функции миокарда, что отчетливо проявляется при повышенной нагрузке. Нарушения сердечной деятельности при адренокортикальной недостаточности связываются с нарушениями трансмембранного распределения воды и электролитов [8] и ультраструктуры клеток миокарда [38, 71], понижением содержания гликогена [29, 39] и активностью миозиновой АТФ-азы [60, 61]. Хотя кортикостероиды, несомненно, участвуют в регуляции обмена воды и электролитов, относительно мало известно о механизме действия этих гормонов на транспорт электролитов. Некоторые работы позволяют предполагать, что действие кортикостероидов на транспорт натрий-калий опосредовано через их влияние на Na,K-АТФ-азы [30, 70]. Известно, что между уровнем глюкокортикоидов и АДГ в крови наблюдаются определенные взаимоотношения, а в механизме их действия, по меньшей мере в регуляции почечного выделения воды [3] и трансмембранного распределения воды и электролитов [36], существует антагонизм. Кроме основного действия на почки, АДГ участвует в регуляции экстраренального обмена воды и натрия в тканях [20], а также влияет на функцию миокарда [23].

Существенное влияние на метаболизм и функцию миокарда [49, 51, 57] и трансмембранное распределение воды и электролитов [39, 41], оказывают изменения кислотно-щелочного равновесия, в частности его интегрального показателя pH. Кроме того, понижение pH крови, наблюдаемого, как правило, при интенсивной работе, стимулирует секрецию кортикостероидов [59] и катехоламинов [32], что, в свою очередь, влияет на функцию миокарда.

В настоящей работе предпринята попытка оценить роль этих факторов в регуляции трансмембранного обмена воды и электролитов в миокарде, а также в скелетных мышцах при физических нагрузках.

Естественно, что проблему эффективности физических нагрузок в усовершенствовании метаболизма и функции сердца невозможно решать только острыми опытами на нетренированных животных. Литературные данные о влиянии физической тренировки на содержание воды и электролитов в миокарде малочисленны и во многом противоречивы. Если одни авторы нашли, что физиче-

ская тренировка повышает содержание воды [72] и калия [50] в миокарде, то другие [19, 73] не наблюдали существенных изменений. Кроме того, показатели водно-электролитного обмена изучали, как правило, отдельно от факторов, участвующих в регуляции транспорта воды и ионов, и полученные результаты не сопоставляли с изменениями функционального и морфологического состояния миокарда. Нет сомнений, что сравнительные данные об изменениях клеточной структуры и ультраструктуры миокарда значительно облегчают интерпретацию полученных биохимических сдвигов и уточняют их значение в механизме адаптации сердца к повышенной нагрузке. Изучению особенностей биохимической адаптации тренированного сердца к повышенной нагрузке посвящены только единичные исследования [17, 53]. Крайне недостаточно изучено также влияние экспериментальной перетренировки на метаболизм миокарда и состояние коры надпочечников. Имеются данные о влиянии постепенно нарастающих нагрузок на третбане на контрактильные, метаболические и ультраструктурные показатели миокарда [47], но полученные результаты отражают только влияние последней, предельной нагрузки.

В этой работе изучалось влияние различных по интенсивности и длительности тренировок и перетренировок, а также дополнительных острых нагрузок на биохимические, физиологические и морфологические показатели миокарда. Параллельно этому регистрировали и изменения в активности коры надпочечников, антидиуретической активности крови и кислотно-щелочного равновесия.

В результате физической тренировки, особенно если тренировка направлена на развитие выносливости, усиливается антиадренэргическая противорегуляция [21, 22]. В эксперименте на животных отмечено понижение чувствительности тренированного сердца к катехоламинам [31] и повышение его способности к внешней работе в гипоксических условиях [64].

Можно полагать, что в процессе регулярных тренировок развиваются глубокие адаптивные изменения в метаболизме и кровообращении миокарда, а также в его нейроэндокринной регуляции, которые, по-видимому, уменьшают кардиотоксическое действие катехоламинов [26, 55]. Гистологическими исследованиями не всегда удается продемонстрировать защитное действие физической тренировки в развитии метаболических некрозов миокарда. Если в большинстве исследований резистентность сердца к некробиотическому действию катехоламинов было повышено [25, 26, 52, 14], то имеются и противоположные данные [63]. Вполне возможно, что эти расхождения в полученных данных связаны с различиями в условиях проведения эксперимента. Наряду с тренировочным режимом, существенное значение, на наш взгляд, имеет время введения кардиотоксического препарата после прекращения тренировок. В своих исследованиях мы попытались выяснить

значение тяжести предварительных однократных нагрузок, а также регулярных тренировок в развитии симпатомиметического поражения сердца. Особое внимание обратили на выявление изменений резистентности сердца в восстановительном периоде. Данные гистологического анализа сравнивали с изменениями метаболизма миокарда, в частности внутриклеточного содержания калия.

Ниже приводятся некоторые данные, полученные при изучении поднятых выше вопросов.

Результаты свидетельствуют, что влияние физической нагрузки на трансмембранное распределение натрия и калия в миокарде зависит от ее длительности. В начале физической нагрузки в клетках миокарда несколько понижается содержание калия, а натрия — увеличивается за счет повышения его содержания во вне- и внутриклеточных пространствах. Тенденция к первоначальному уменьшению интрацеллюлярного содержания калия может быть обусловлена увеличением частоты сердечных сокращений. Надо отметить, что во время плавания температура воды в большой степени влияет на сердечную деятельность. Так, после помещения животных в воду (33°С) они вначале плавают очень интенсивно и частота их сердечных сокращений увеличивается. Когда крыс заставляли плавать в холодной (22°С) воде, первоначальному, быстро проходящему, учащению сердечных сокращений и повышению сердечного выброса последовало прогрессирующее уменьшение определяемых гемодинамических показателей, ректальной температуры и работоспособности. С другой стороны, плавание в воде температуры близкой температуре тела резко и существенно повышает частоту сердечных сокращений и сердечного выброса, которые остаются на повышенном уровне во время всей нагрузки [28, 34]. Можно предположить, что показанная многими авторами зависимость между увеличением частоты сердечных сокращений, повышением потребления кислорода и проходящим уменьшением интрацеллюлярного калия [44] также существует вначале плавания. Теоретически потеря калия клетками, указывающая на отставание в деятельности «Na—K насоса», должна быть связана с поступлением определенного количества натрия. По G. A. Langer [44], в сердечных клетках калий при его потере замещается натрием в отношении 1:1. В наших опытах такой зависимости не наблюдалось. Все же повышение отношения Na/K показывает, что некоторая потеря калия и аккумуляция натрия в миокарде происходит в начале плавания. Известно, что  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азная система, которая участвует при энергетическом обеспечении перемещения ионов против градиента их концентрации, имеет два активных центра. На внутренней стороне мембраны находится Na-центр, на внешней — K-центр. Первый активируется ионами натрия и ингибируется ионами калия, второй — наоборот [67]. Полученные нами данные свидетельствуют о том,



что физические нагрузки средней тяжести активирует Na, K-АТФ-азу в миокарде и скелетных мышцах [11]. Можно подумать, что именно первоначальные сдвиги в трансмембранном распределении ионов индуцируют дальнейшее повышение  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-азной активности. Согласно схеме, представленной Ф. З. Меерсоном [16], повышение функциональной активности сердца сопровождается активацией генетического аппарата, что в свою очередь обеспечивает увеличение синтеза энзиматического белка со свойствами Na, K-АТФ-азы. Изменения содержания кортикостерона в плазме крови свидетельствует о том, что деятельность коры надпочечников активируется уже в течение первых минут работы и в дальнейшем она остается на повышенном уровне до развития истощения [12]. Существуют доказательства, что понижение содержания кортикостерона в крови при предельной работе связано не с защитным угнетением функции гипоталамико-адренокортикальной системы лимбическими структурами, а именно нарушением процессов синтеза кортикостерона в надпочечниках. В результате предельной нагрузки в надпочечниках развивается существенный отек, понижается содержание кальция и активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Предполагается, что усиление синтеза глюкокортикоидов сопровождается интенсификацией начальных этапов гликогенолиза. Стимулирующее действие АКТГ на синтез глюкокортикоидов, по-видимому, заключается в усилении расщепления гликогена по гексозоминофосфатному пути с образованием НАДФН, который необходим для гидроксилирования кортикостероидов и пентоз, используемых для синтеза РНК [40, 46, 48]. Скорость синтеза кортикостероидов ( $V_{\text{max}}$ ) зависит от количества субстрата для синтеза, активности гидроксилирующих энзим, требующих НАДФН<sub>2</sub>, уровень НАД для  $\Delta^5$ -3 $\beta$ -оксистероид дегидрогеназы, катализирующих превращение 5-прегненолона в прогестерон и активности митохондриальных и микросомальных элементов [48]. Специфическим индикатором интенсивности синтеза кортикостероидов многие авторы считают глюкозо-6-фосфатдегидрогеназу. При введении АКТГ [46] животным или добавлении его в гомогенат надпочечников [48] активность этого энзима повышается.

Понижение активности коры надпочечников при предельных нагрузках сопровождается глубокими нарушениями распределения воды и натрия в миокарде: содержание натрия и воды понижается во внеклеточном пространстве и повышается в клетках. Накопление натрия и воды в клетке связано с нарушением активного транспорта натрия, о чем свидетельствует также понижение активности Na, K-АТФ-азы. Данные гистологического анализа показывают, что существенное накопление воды и натрия в клетках миокарда происходит на фоне нарушения структурной интегральности миокарда [12]. Но несмотря на это и понижение активности Na, K-АТФ-азы, содержание калия в клетках мио-

карда остается повышенным. Среди возможных причин нарушения соотношения между активностью Na, K—АТФ-азы и трансмембранным перемещением натрия и калия, по-видимому, надо учитывать способность водородных ионов изменять сродство активных центров Na, K—АТФ-азы натрию и калию [9, 37]. Показано, что водородные ионы способны трансформировать Na-центр-энзима так, что он в дальнейшем будет активироваться с ионами калия [19]. После этого «натрий-калий насос» работает как «калий-насос», поддерживающий повышенный уровень калия и допуская в то же время аккумуляцию натрия и воды в клетках. Хотя эта гипотеза нуждается еще в дальнейшем экспериментальном подтверждении, повышенный уровень калия в клетках миокарда наблюдается в различных экстремальных условиях. Так, симпатомиметическое поражение миокарда сопровождается существенной аккумуляцией калия и натрия в сердце [15, 68]. Эти результаты показывают, что нарушение структурной интегральности миокарда может происходить на фоне повышенного содержания калия в миокарде.

Гистохимические исследования распределения калия в миокарде после введения адренергических аминов свидетельствуют о понижении его содержания в субэндокардиальных слоях, где развитие некрозов наиболее выражено [27]. По-видимому, при изучении влияния различных факторов (физические нагрузки, кардиотоксические вещества) на суммарное содержание калия в обоих желудочках, существует возможность аккумуляции калия другими зонами миокарда, которые не столь чувствительны к гипоксии, маскируют региональное понижение калия в некротических очагах. Таким образом, только одновременное определение внутриклеточных соотношений натрия и калия и их мембранных градиентов, а также определение содержания воды в клетках является достоверным критерием при оценке адаптации сердца к нагрузке.

Физическая тренировка, в зависимости от распределения нагрузок [18] и длительности тренировочного периода, повышает калиевые запасы в клетках миокарда [10, 43]. Влияние тренировки на содержание калия в миокарде не связано с гипертрофией миокарда, которая развивается значительно раньше и зависит главным образом от интенсивности тренировок. Однако, на наш взгляд, эффект тренировок на функцию и метаболизм миокарда наиболее отчетливо проявляется при повышенной активности сердца. Так, определение расстройств клеточного метаболизма, которые, как правило, сопровождаются явно выраженными дегенеративными изменениями в миокарде, отчетливо проявляются только у нетренированных животных при предельной для них работе. Физическая тренировка существенно не влияет на адренокортикальную активность, но реакция коры надпочечников на физическую нагрузку у тренированных животных менее выра-

жена, что согласуется с данными других авторов [35]. Некоторые данные [57] дают возможность полагать, что более стабильная реакция коры надпочечников у тренированных животных в большей мере связана с отсутствием у них эмоционального фактора при выполнении физических нагрузок. Повышение эмоционального напряжения, которое нередко сопровождается чрезмерной активацией симпато-адреналовой системы, известно как фактор, способствующий развитию некрозов миокарда [54, 56]. О возможностях развития некрозов миокарда при чрезмерной секреции катехоламинов свидетельствуют прямые морфологические исследования [58].

Хронические чрезмерные нагрузки (перетренировка) приводят к существенной гипертрофии миокарда. Однако, судя по гистологическому анализу, эта гипертрофия далеко не физиологическая. Наряду с дегенеративными изменениями в миокарде обнаруживается тенденция к понижению внутриклеточного содержания калия. Существенно, что физическая перетренировка, в зависимости от ее тяжести, уменьшает способность сердца аккумулировать калий во время физической нагрузки [43].

Как было отмечено выше, содержание калия в клетках миокарда у нетренированных и тренированных животных повышается во время физической нагрузки. Однако в послерабочем периоде у нетренированных животных содержание калия в клетках миокарда понижается даже ниже исходного уровня, чего не наблюдается у тренированных животных. Окрашивание препаратов по методу Г. Селье [24] в модификации J. T. Lie et al. [45] не выявило существенных отклонений от нормы в сердцах взятых от тренированных животных непосредственно после последней нагрузки. Некоторое накопление фуксинофильного субстрата наблюдается в области ядра и анизотропных дисков. В этих же местах наблюдается умеренный внутриклеточный отек. Митохондрий по внутренней структуре и размерам сильно варьирует, наблюдается также некоторое расширение Т-системы. Эти изменения обратимы, но признаки гипертрофии миокарда сохраняются в течение 48 часов после последней нагрузки. При этом число и ориентация крист в митохондриях свидетельствуют об их повышенных функциональных способностях, Т-система остается расширенной, пиноцитозная активность в эндотелиальных клетках высокая.

Сравнительный гистологический анализ показал, что некробиотическое действие изопrenalина наиболее выражено при его введении после последней нагрузки через 24 часа. Остается впечатление, что действие изопrenalина при его введении непосредственно после нагрузки связано в основном с поражением контрактивного аппарата клетки, в то же время как введение этого синтетического катехоламина через 24 часа после нагрузки более существенно влияет на структуры митохондрий. В дальнейшем,

по мере удлинения восстановительного периода, резистентность миокарда к некробиотическому действию изопrenalина повышается. Приблизительно такая же динамика изменения резистентности миокарда наблюдается и при введении кардиотоксических доз изопrenalина нетренированным животным. Непосредственно после нагрузки резистентность миокарда к повреждающим действиям симпатомиметического агента повышена, а после 24-часового восстановительного периода существенно понижена. В этой фазе, которую можно назвать фазой пониженной резистентности сердца, при введении изопrenalина нетренированным животным наблюдается большая смертность, очаговые поражения многочисленны и обширны. В поляризационном свете выявляется исчезновение нормальной поперечнополосатости, миоцитоллизис и контрактурные изменения.

Таким образом, можно заключить, что физические нагрузки, влияя на метаболизм, повышают резистентность сердца, но фаза повышенной резистентности проходящая, и в ходе восстановления, заменяется фазой пониженной резистентности сердца. Последняя фаза проявляется особенно выражено в начале регулярных тренировок и уменьшается по мере увеличения объема тренировок и повышения функциональных способностей сердца.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бриккер В. Н. Нарушение электролитного обмена при сердечно-сосудистых заболеваниях. М., «Медицина», 1965.
2. Бутченко Л. А. Электрокардиографические признаки воздействия на сердце спортсмена чрезмерных физических нагрузок. В кн.: Дистрофия миокарда. Под ред. И. И. Исакова, Л., 1971, 147—158.
3. Гинецинский А. Г. Физиологические механизмы водно-солевого равновесия. М., «Наука», Л., 1964.
4. Гуревич М. А. К вопросу об инфарктах миокарда после физического перенапряжения. — Кардиология, 1962, 30—35.
5. Дембо А. Г. Перенапряжение сердца у спортсменов. В кн.: Сердце и спорт. М., «Медицина», 1968, 427—465.
6. Дембо А. Г. К клинической оценке некоторых острых изменений сердца при физическом перенапряжении. — Кардиология 1970, 5, 113—116.
7. Дембо А. Г. Об острых перенапряжениях и повреждениях сердца при нерациональных занятиях спортом. — Теор. практ. ф. к., 1971, 6, 36—39.
8. Колпаков М. Г. (ред.) Кортикостероидная регуляция водно-солевого гомеостаза. Новосибирск, «Наука», 1967.
9. Кометиани З. П. Ферментативный механизм транспорта ионов. — Укр. биохим. ж., 1971, 43, 53—59.
10. Кырге П. К., Сеэне Т. П., Рооссон С. Я. Особенности изменения водно-электролитного и кислотно-щелочного равновесия во время физической работы в зависимости от тренированности организма. В сб.: Регуляция обмена веществ при мышечной деятельности и выполнении спортивных упражнений. Л., 1972, 135—140.
11. Кырге П. К., Рооссон С. Я. Некоторые механизмы регуляции транспорта ионов и воды в мышцах при физических нагрузках. — Физиол. ж. СССР, 1974, 60, 116—119.

12. Кырге П. К., Рооссон С. Я., Массо Р. А. Роль кортикостероидов и некоторых других факторов в регуляции трансмембранного обмена воды и электролитов при физической работе. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, 1973, 311, 81—96.
13. Ленци Р. Баланс электролитов и сокращение миокарда. В кн.: Достижения кардиологии. М., 1959, 153—184.
14. Марамаа С. Я. Профилактическое влияние предварительной физической тренировки на развитие экспериментального симпатометического поражения сердца. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, 1973, 311, 155—162.
15. Марамаа С. Я., Кырге П. К. Влияние физической нагрузки и введения изопrenalина на трансмембранное распределение воды и электролитов миокарда и кислотно-щелочной баланс крови. В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, 2, 85—99.
16. Меерсон Р. З. Гиперфункция. Гипертрофия. Недостаточность сердца. — Народ и здоровье. «Медицина», М. — Берлин, 1968.
17. Меерсон Р. З., Капелько В. И., Шагинова С. М. Сократительная функция сердечной мышцы при адаптации и физической нагрузке — Кардиология, 1973, 4, 5—18.
18. Пинчук В. М., Левина Л. И., Попов В. Н. О характере изменений миокарда белых крыс при различных режимах физической нагрузки. — Бюлл. exper. биол. мед., 1973, 5, 18—20.
19. Правосудов В. П. Функциональные, биохимические и морфологические изменения сердца под влиянием мышечной деятельности. Автореф. дисс. докт. Л., 1969.
20. Пронина Н. Н. Экстраренальное влияние АДГ. В кн.: Современные проблемы физиологии и патологии почек и водно-солевого обмена. М.—Л., 1966, 19—28.
21. Рааб В. Адренергическо-холинергическая регуляция обмена веществ и функций сердца. В кн.: Достижения кардиологии. М., 1959, 67—152.
22. Рийв Я., Валгма К. О влиянии физической нагрузки на содержание симпатических катехоламинов в плазме крови и кинетическую функцию сердца у здоровых и больных ишемической болезнью сердца. — Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, 1970, 254, 94—110.
23. Саноцка Н. В. Влияние питуитрина на кровоснабжение и напряжение кислорода в миокарде. — Физиол. ж. СССР, 1973, 59, 450—458.
24. Селье Г. Профилактика некрозов сердца химическими средствами. М., 1961.
25. Bajusz, E. An ionic shift through wich non-specific stimuli can increase the resistance of the heart muscle. — Cardiolgia, 1964, 45, 288—298.
26. Bajusz, E. The timinal electrolyte-shift mechanism in heart muscle; its significance in the pathogenesis and prevention of necrotizing cardiomyopathies. — In: Electrolytes and Cardiovascular Diseases. ed. by E. Bajusz. S. Karger; Basel-New York, 1965, 274—322.
27. Bajusz, E., Raab, W. Early metabolic aberrations through which epinephrine elicits myocardial necrosis. — In: Prevention of Ischemic Heart Disease, ed W. Raab, C. Thomas. publ. Springfield, 1966, 21—30.
28. Baker, M. A., Horvath, S. M. Influence of ater temperature on heart rate and rectal temperature of swimming rats. — Am. J. Physiol., 1964, 207, 1073—1076.
29. Barta, E., Pavlovicova, H. Role of adrenals in maintaining the level of carbohydrate metabolism in the failing heart. — Cor et Vasa, 1965, 7, 60—65.
30. Chignell, C. F., Titus, E. Effect of adrenal steroids on a  $\text{Na}^+ \text{K}^+$  requiring adenosine triphosphatase from rat kidney. — J. Biol. Chem., 1966, 241, 5083—5089.
31. Crews, J., Aldinger, E. E. Effect of chronic exercise on myocardial function. — Amer. Heart J., 1967, 74, 536—542.

32. Darby, T. D., Watts, D. T. Acidosis and blood epinephrine levels in hemorrhagic hypotension. — *Am. J. Physiol.*, 1964, **206**, 1281—1284.
33. Daw, J. C., Lefer, A. M., Berne, R. M. Influence of cortico-steroids on cardiac glycogen concentration in the rat. *Circulat. Res.*, 1968, **22**, 639—674.
34. Dawson, C. A., Vadel, E. R., Horvath, S. M. Cardiac output in the cold-stressed swimming rats. — *Am. J. Physiol.*, 1968, **214**, 320—325.
35. Frenkl, R., Csalay, L., Csakvary, G. A study of the stress reaction elicited by muscular exertion in trained and untrained man and rats. — *Acta Physiol. Acad. Sci. Hungar.*, 1969, **36**, 365—370.
36. Friedman, S. M., Sreter, F. A., Nakashima, M., Friedman, C. L. Pitressin or aldosterone effects in rats with adrenal and neurohypophyseal deficiency. — *Am. J. Physiol.*, 1962, **203**, 702—708.
37. Fujita, M., Nagano, K., Mizuno, N., Tashima, Y., Nakao, T., Nakao, M. Comparison of some minor activities accompanying a preparation of sodium -plus-potassium ion-stimulated adenosine triphosphatase from pig brain. — *Biochem. J.*, 1968, **106**, 113—121.
38. Glen-Bott, M., Imms, J., Jones, M. T., Padaki, L. The influence of adrenocortical insufficiency on the ultrastructure of cardiac muscle. — *J. Anat. (Lond.)*, 1970, **106**, 187—188.
39. Groh, J., Zdansky, P., Bilek, P., Sístek, J., Kvašnicová, E. Der Einfluss des extrazellulären pH auf die Kaliumtotalkapazität. — *Acta biol. med. germ.*, 1968, **20**, 521—522.
40. Haynes, R. C., Koritz, S. B., Peron, F. G. Influence of adenosine — 3,5 — monophosphate on corticoid production by rat adrenal glands. — *J. biol. Chem.*, 1959, **234**, 1421—1425.
41. Irvine, R. O., Dow, H. J. Muscle cell pH and potassium movement in metabolic acidosis. — *Metabolism*, 1968, **17**, 563—569.
42. Kraus, H., Raab, W. Hypokinetic Diseases — Diseases Produced by Lack of Exercise, Thomas, Springfield, 1961.
43. Korge, P., Masso, R., Roosson, S. The effect of physical conditioning on cardiac response to acute exertion. — *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1974, **52**, 745—752.
44. Langer, G. A. Ion fluxes in cardiac excitation and contraction and their relation to myocardial contractility. *Physiol. Rev.*, 1968, **48**, 708—757.
45. Lie, J. T., Holley, K. E., Kampa, W. R., Titus, J. L. New histochemical method for morphologic diagnosis of early stages of myocardial ischemia. — *Mayo Clin. Proc.*, 1971, **46**, 319—327.
46. Macho, L., Palkovič, M., Poor, J. The effect of prolonged administration of ACTH on the activity of some enzymes in the adrenal glands of rats. — *Biologia (Bratislava)*, 1965, **20**, 268—273.
47. Maher, J. T., Goodman, A. L., Francesconi, R., Bowers, W. D., Hartley, L. H., Angelakos, E. T. Responses of rat myocardium to exhaustive exercise. — *Am. J. Physiol.*, 1972, **222**, 207—212.
48. McKerns, K. W. Additional studies on the mechanism of action of ACTH. — *Canad. J. Biochem.*, 1965, **43**, 923—932.
49. Levy, M. N., Ng, M. L., Zieske, H. A. Effects of changes of pH and of carbon dioxide tension on left ventricular performance. *Amer. J. Physiol.*, 1967, **213**, 115—120.
50. Nöcker, J. *Grundriss der Biologie der Körperbungen*. Sportverlag, Berlin, 1959.
51. Opie, L. H. Effect of extracellular pH on function and metabolism of isolated perfused rat heart. — *Am. J. Physiol.*, 1965, **209**, 1075—1080.
52. Parizkova, J., Faltova, E. Physical activity, body fat and experimental cardiac necrosis. — *Brit. J. Nutr.*, 1970, **24**, 3—10.
53. Penpargkul, S., Scheuer, J. The effect — of physical training upon the mechanical and metabolic performance of the rat heart. — *J. Clin. Invest.*, 1970, **49**, 1859—1868.

54. Raab, W. Neurogenic multifocal destruction of myocardial tissue. — *Rev. Can. Biol.*, 1963, **222**, 217—239.
55. Raab, W. Koronarinsuffizienz, Katecholamine, Kortikoide und Kalium. — *Wien, klin. Wschr.*, 1966, **78**, 684—687.
56. Raab, W., Bajusz, E., Chaplin, J. P. Myocardial necroses produced in domesticated rats and in wild rats by sensory and emotional stress. — *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 1964, **116**, 665.
57. Raymond, L. W., Sode, J., Tucci, J. R. Adrenocortical response to non-exhaustive muscular exercise. — *Acta endocrin.*, 1972, **70**, 73—80.
58. Reinhenbach, D., Benditt, E. P. Pathogenesis of myocardial cell injury induced by exogenous and endogenous catecholamines. — *Am. J. Path.*, 1969, **55**, 79 a.
59. Richards, J. B. Effects of altered acid-base balance on adrenocortical function in anesthetized dogs. — *Am. J. Physiol.*, 1957, **188**, 7—11.
60. Rovetto, M. J., Lefer, A. M., Murphy, R. A. Alterations in myocardial cell function in adrenal insufficiency — *Pflügers Arch.*, 1971, **329**, 59—71.
61. Rovetto, M. J., Murphy, R. A., Lefer, A. M. Cardiac impairment in adrenal insufficiency in the cat: Reduced adenosine — triphosphatase activity of myocardial contractile proteins — *Circulat. Res.*, 1970, **26**, 419—428.
62. Roux, W. Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungs-mechanik der Organismen. Bd. I Funktionelle Anpassung. Leipzig, 1895.
63. Salzmann, S. H., Hellrstein, H. K., Brucell, J. H., Starr, D. Adaptation to muscular exercise: The effects on epinephrine induced myocardial necroses in C3H mice. — *Circulation*, 1968, **38**, suppl. 6, 170.
64. Scheur, J., Stezoski, W. The effect of physical conditioning on the cardiac response to hypoxia. — *J. Lab. Clin. Med.*, 1971, **78**, 806.
65. Schumann, H.-J., Konzadi, G. Elektrolytbestimmungen im Herz — und Skelettmuskel nach experimentellen Laufzwang. — *Zschr. inn. Med.*, 1972, **27**, 435—439.
66. Selye, H. The Pluricausal Cardiopathies. Charles C. Thomas Publ., Springfield. 1961.
67. Skou, J. C. Enzymatic basis for active transport of Na and K across cell membrane. *Physiol. Rev.*, 1965, **45**, 596—617.
68. Stanton, H. C., Brenner, G., Mayfield, E. D. Studies on isoproterenolinduced cardiomegaly in rats. *Am. Heart J.*, 1969, **77**, 72—80.
70. Swingle, W. W., Swingle, A. J. Activation, inhibition and reversal of inhibition of plasma volume changes in adrenalectomized and intact dogs. — *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.* 1967, **125**, 815—818.
71. Suzuki, T. Electron microscopic study on effects of adrenalectomy on the heart muscle. — *Tohoku J. exp. Med.*, 1967, **91**, 239—248.
72. Tipton, C. M. Training and bradycardia in rats. — *Am. J. Physiol.*, 1965, **209**, 1089—1094.
73. Tomanek, R. J., Taunton, C. A., Liskop, K. S. Relationship between age, chronic exercise and connective tissue of the heart. — *J. Gerontology*, 1972, **27**, 33—38.
74. Wildenthal, K., Mierzwian, D. S., Myers, R. W., Mitchell, J. H. Effects of acute lactic acidosis on left ventricular performance *Am. J. Physiol.*, 1968, **214**, 1352—1359.

## SISUKORD — СОДЕРЖАНИЕ

<b>Виру А. А.</b> О некоторых методологических вопросах изучения эндокринной регуляции обмена веществ при мышечной деятельности . . .	3
<b>Viru, A.</b> Ainevahetuse endokriinse regulatsiooni uurimise mõningatest metodoloogilistest küsimustest lihastöö tingimustes. <i>Resümee</i> . . .	17
<b>Viru, A.</b> Some Methodologic Questions of the Investigation of the Endocrine Regulation of Metabolism during Muscular Work. <i>Summary</i> . . .	18
<b>Виру А. А.</b> Понижение адренокортикальной активности при длительных физических нагрузках . . .	20
<b>Viru, A.</b> Adrenokortikaalse aktiivsuse langus kehtvatel kehalistel koormustel. <i>Resümee</i> . . .	29
<b>Viru, A.</b> Decrease of the Adrenocortical Activity during Prolonged Muscular Work. <i>Summary</i> . . .	29
<b>Сээн Т. П., Кырге П. К.</b> Влияние длительной работы на показатели водно-электролитного обмена и антидиуретическую активность плазмы у тренированных и нетренированных животных . . .	30
<b>Seene, T., Kõrge, P.</b> Vee ja elektrolüütide ning plasma antidiureetilise aktiivsuse muutused treenitud ja treenimata katseloomadel pikaajalise kehalise töö ajal. <i>Resümee</i> . . .	41
<b>Seene, T., Kõrge, P.</b> The effect of prolonged exertion on the water and electrolyte metabolism and antidiuretic activity of plasma in trained and untrained rats. <i>Summary</i> . . .	42
<b>Кырге П. К., Вайкмаа М. А., Сээн Т. П.</b> Изменение углеводного, жирового и водно-электролитного обмена при длительной стандартной физической работе . . .	43
<b>Kõrge, P., Vaikmaa, M., Seene, T.</b> Süsivesikute, rasva, vee ja elektrolüütide ainevahetus pikaajalise standardse kehalise töö puhul. <i>Resümee</i> . . .	52
<b>Kõrge, P., Vaikmaa, M., Seene, T.</b> The carbohydrate, fat, water and electrolyte metabolism during prolonged work with standard load. <i>Summary</i> . . .	52
<b>Кырге П. К.</b> О водно-электролитном балансе у спортсменов . . .	54
<b>Kõrge, P.</b> Sportlaste vee- ja elektrolüütide bilansist. <i>Resümee</i> . . .	58
<b>Kõrge, P.</b> On the water and electrolyte balance of sportsmen. <i>Summary</i> . . .	59
<b>Сээн Т. П., Кырге П. К.</b> Влияние тренировки на развитие выносливости, на функции потоотделения и концентрацию электролитов в умеренных климатических условиях . . .	60
<b>Seene, T., Kõrge, P.</b> Parasvõõtmise tingimustes toimuva vastupidavustreeningu mõjust higisekretsioonile ja higele elektrolüütide kontsentratsioonile. <i>Resümee</i> . . .	66
<b>Seene, T., Kõrge, P.</b> Changes in sweat rate and electrolyte concentration during endurance training in moderate temperature. <i>Summary</i> . . .	67
<b>Виру А. А.</b> Изменения содержания кортизола и кортикостерона в слюне при 6-минутной работе на велоэргометре . . .	68



<b>Viru, A.</b> Kortisooli ja kortikosterooni sisalduse muutused sõljes 6-minutilisel tööl veloergomeetril. <i>Resümee</i>	74
<b>Viru, A.</b> Alterations of saliva cortisol and corticosterone content during 6-minute work on bicycle ergometer. <i>Summary</i>	74
<b>Вирю А. А., Вирю Э. А., Сильдмæе Х. Ю.</b> Корреляционные взаимоотношения между показателями функции сердечно-сосудистой системы и изменением содержания 11-оксикортикостероидов в крови при 6-минутной работе на велоэргометре	75
<b>Viru, A., Viru, E., Sildmæe, H.</b> Korrelatiivsed seosed kardiovaskulaarsete funktsioonide näitajate ja vere 11-oksükortikoidide sisalduse muutuste vahel 6-minutilise töö veloergomeetril. <i>Resümee</i>	86
<b>Viru, A., Viru, E., Sildmæe, H.</b> Interrelations between indices of the cardiovascular functions and alterations of the blood 11-oxycorticoid content during 6-minute work on the bicycle ergometer. <i>Summary</i>	86
<b>Вирю А. А., Кырге П. К., Вирю Э. А.</b> Изучение взаимосвязей между изменениями функций сердечно-сосудистой системы и содержанием кортикостероидов и электролитов крови при напряженной работе	88
<b>Viru, A., Kõrge, P., Viru, E.</b> Südame-veresoonte süsteemi talitluse ning vere kortikoidide ja elektrolütide sisalduse muutuste omavaheolistest seostest pingsal lühiaegsel tööl. <i>Resümee</i>	91
<b>Viru, A., Kõrge, P., Viru, E.</b> Interrelationships between changes of the functional activity of cardiovascular system and blood corticoids and electrolyte contents during short-term work. <i>Summary</i>	92
<b>Вирю А. А., Кару Т. Э., Вирю Э. А., Кырге П. К., Прулер А. О., Маароос Я. А.</b> Применение Гарвардского степ-теста при изучении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы	93
<b>Viru, A., Karu, T., Viru, E., Kõrge, P., Pruler, A., Maaroos, J.</b> Harvardi step-testi kasutamine südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete uurimisel. <i>Resümee</i>	98
<b>Viru, A., Karu, T., Viru, E., Kõrge, P., Pruler, A., Maaroos, J.</b> Usage of Harvard step-test in assessment of cardiovascular fitness. <i>Summary</i>	98
<b>Вирю Э. А., Вирю А. А.</b> О функциональных способностях сердечно-сосудистой системы молодежи, принятой в Тартуский государственный университет	99
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Tartu Riiklikku Ülikooli vastuvõetud noorte südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsetest võimetest. <i>Resümee</i>	104
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Cardiovascular fitness of the first year students of Tartu State University. <i>Summary</i>	104
<b>Вирю Э. А., Вирю А. А.</b> Стандарты для оценки результатов Гарвардского степ-теста у эстонских школьников	105
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Standardid Harvardi step-testi tulemuste hindamiseks eesti koolinoortel. <i>Resümee</i>	110
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Standard scale for the evaluation of the results of Harvard step-test in Estonian school-children. <i>Summary</i>	110
<b>Вирю Э. А., Вирю А. А.</b> К вопросу об изменении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у студентов в течение учебного года	111
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete muutusest üliõpilastel õppeaasta vältel. <i>Resümee</i>	116
<b>Viru, E., Viru, A.</b> Alteration of cardiovascular fitness in students during the academic year. <i>Summary</i>	117
<b>Вирю Э. А., Сильдмæе Х. Ю., Вирю А. А.</b> О динамике изменений функциональных способностей сердечно-сосудистой системы у студентов в течение первых трех лет учебы	118
<b>Viru, E., Sildmæe, H., Viru, A.</b> Südame-veresoonte süsteemi funktsionaalsete võimete dünaamikast naisüliõpilastel kolme õppeaasta jooksul. <i>Resümee</i>	123

Viru, E., Sildmäe, H., Viru, A. Dynamics of cardiovascular fitness in female students during first three academic years. <i>Summary</i>	123
Unger, H., Tiido, P., Uibo, E. Kehalise võimekuse dünaamikast üldise kehalise ettevalmistuse rühmadesse kuuluvatel naisüliõpilastel	124
Унгер Х., Тийдо П., Уйбо Е. О динамике физических способностей студенток, занимающихся в группах общей физической подготовки. <i>Резюме</i>	128
Unger, H., Tiido, P., Uibo, E. On the dynamics of physical ability of female students belonging to general sports groups. <i>Summary</i>	129
Oja, S. Spordiga tegelevate õpilaste ja üliõpilaste vaimsest töövõimest ja õrpeedukusest	131
Оя С. М. Об успеваемости и умственной трудоспособности студентов и школьников, занимающихся спортом. <i>Резюме</i>	136
Oja, S. Über die Fortschritte und die geistigen Fähigkeiten der Sporttreibenden Schüler und Studenten. <i>Zusammenfassung</i>	137
Prii, E. Üldise kehalise ettevalmistuse osakonna naisüliõpilaste tähelepanu muutustest suusa- ja võimlemisperioodil	139
Прий Э. Изменения внимания у студенток отделения общей физической подготовки в течение периода занятий лыжным спортом и гимнастикой. <i>Резюме</i>	147
Prii, E. Alterations of the attention in students during the period of training lessons of skiing and gymnastics. <i>Summary</i>	148
Oja S. Treenitusseisundi psühhodiagnostika erinevate spordialade esindajatel	149
Оя С. М. О психодиагностике состояния тренированности у спортсменов различных видов спорта. <i>Резюме</i>	156
Oja, S. Die psychologische Diagnose des Trainingszustandes bei Sportlern verschiedener Sportarten. <i>Zusammenfassung</i>	157
Jaanson, L. Liigutuste koordineerituse hindamisest	159
Яансон Л. О. Об оценке координации движений. <i>Резюме</i>	171
Jaanson, L. On the assessment of the coordination of movements. <i>Summary</i>	171
Vain A. A. О методике биомеханического анализа техники физических упражнений, совершаемых в одной плоскости. Сообщение I	172
Vain, A. Ühes tasapinnas kulgevate kehaliste harjutuste tehnika biomehaanilise analüüsi metoodikast. <i>Resümee</i>	187
Vain, A. Über die Methodik der biomechanischen Untersuchung der Technik der Bewegungen der Sportlers auf einer Ebene. I Mitteilung. <i>Zusammenfassung</i>	188
Torm, R., Vain, A. Biomehaaniliste tunnusjoonte ja lihaste bioelektrilise aktiivsuse vahekorraest võimlemisharjutuste sooritamisel	190
Торм Р., Вайн А. О взаимосвязи биомеханических характеристик к координации движений при гимнастических упражнениях. <i>Резюме</i>	197
Torm, R., Vain, A. Biomechanical and electromyographic study of gymnastic movement. <i>Summary</i>	198
Lamp, H. Sportliku tulemus sõltuvus kiirus-jõualasest ettevalmistusest tütarlastel heitjatel-tõukajatel	193
Ламп Х. Зависимость спортивного результата от скоростно-силовой подготовки у девушек-метательниц. <i>Резюме</i>	204
Lamp, H. Dependence of sport results of girl-throwers on strength. <i>Summary</i>	205
Вирю Э. А. Повторяемость результатов пробы Летунова и Гарвардского степ-теста	206
Viru, E. Letunovi proovi ja Harvardi step-testi tulemuste reprodutseeritavus. <i>Resümee</i>	209
Viru, E. Accuracy of the Results of the Letunov Test and Harvard step-test. <i>Summary</i>	209

<b>Пярнат Я. П., Виру А. А.</b> Применение факторного анализа для оценки аэробной и анаэробной работоспособности организма . . . . .	210
<b>Pärnat, J., Viru, A.</b> Faktoranalüüsi kasutamine aeroobse ja anaeroobse töövõime hindamisel. <i>Resümee</i> . . . . .	216
<b>Pärnat, J., Viru, A.</b> Usage of the factor analysis for evaluation of aerobic and anaerobic working capacity. <i>Summary</i> . . . . .	216
<b>Пярнат Я. П., Виру А. А.</b> К вопросу значения тренированности в изменениях желудочного комплекса ЭКГ при совершении нагрузок с повышающейся мощностью . . . . .	217
<b>Pärnat, J., Viru, A.</b> Treenituse tähtsusest EKG vatsakese kompleksi muutustes kasvava võimsusega koormuste sooritamisel. <i>Resümee</i> . . . . .	222
<b>Pärnat, J., Viru, A.</b> Importance of fitness in the alterations of the ventricular complex of E. C. G. during the work with increased loads. <i>Summary</i> . . . . .	223
<b>Куду Э. А.</b> Об использовании музыки на занятиях физкультуры . . . . .	224
<b>Kullam, I.</b> Kõrge kvalifikatsiooniga korvpallurite ettevalmistamise süsteem . . . . .	229
<b>Pisuke, A.</b> Mõningaid võimalusi kesk-pikamaajooksjate treenituse ja selle dünaamika hindamiseks . . . . .	244
<b>Sahva, U.</b> Kehaliste harjutuste organisatoorsed ja metoodilised iseärasused kesk- ja vanemaeealiste tervisevõimlemises . . . . .	256
<b>Вайн А. А.</b> Критерии оптимальности техники отдельных видов спорта . . . . .	263
<b>Vain, A.</b> Kehaliste harjutuste tehnika optimaalsuse kriteeriumid. <i>Resümee</i> . . . . .	272
<b>Vain, A.</b> Über die Kriterien der Zweckmäßigkeit der sportlichen Technik. <i>Zusammenfassung</i> . . . . .	273
<b>Кырге П. К.</b> Обменно-гормональные механизмы адаптации миокарда к физической нагрузке и изменения его резистентности при тренировке ( <i>обзор</i> ) . . . . .	275

Ученые записки Тартуского государственного университета. Выпуск 368 ТРУ-  
ДЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ VI. На эстонском и русском языках.  
Резюме на английском и немецком языках. Тартуский государственный уни-  
верситет, ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18.

Ответственный редактор Я. Л. Локо.

Корректоры: В. Логинова, Э. Пуусемп, Я. Соонтак, А. Паимер.  
Сдано в набор 8. V. 1974. Подписано к печати 17. X. 1975 г. Печ. листов 18,25+  
+2 вклейки. Учетно-издат. листов 20,29. Бумага печатная № 2, 60—90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Тираж 400 экз. МВ-09692. Заказ № 2671. Типография им. Ханса Хейдеманна,  
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 17/19. I.

Цена 2 руб. 03 коп.

**Цена 2 руб. 3 коп.**

